

# **Propuesta de mediación digital basada en principios conectivistas para tejer prácticas de aprendizaje**

José Julián Ramírez Arboleda

Tesis de Maestría para optar el título de Magíster en Ingeniería

Asesor: John Trujillo Vargas

**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS  
UNIVERSIDAD EAFIT  
NOVIEMBRE DE 2015**

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer de forma muy especial al profesor John Trujillo, quien con su paciencia y generosidad, contribuyó de manera incondicional con el acompañamiento académico y humano para que esta experiencia de aprendizaje fuera posible.

Al Parque Explora por su apoyo permanente para la realización de todas las actividades necesarias durante el desarrollo de esta propuesta.

A mis amigos, profesores, compañeros de trabajo y estudio, con los que en algún momento compartí a través de este aprendizaje.

Y quedo corto de palabras para agradecer a mi esposa, mis hijos y demás familiares que hicieron posible construir esta experiencia de vida.

## **Abstract**

El Parque Explora es un espacio ciudadano que diseña e implementa escenarios de mediación para desarrollar experiencias educativas en interacción con diversas comunidades. Las actividades de esta investigación se formularon e implementaron como un escenario de mediación experimental en el contexto educativo del Parque.

Las prácticas de laboratorio en contextos escolares son difíciles de desarrollar por falta de recursos y dificultades humanas. La masificación del uso de teléfonos celulares facilita la construcción de experiencias educativas para desarrollar prácticas de laboratorio de alta calidad, con un bajo costo y fáciles de replicar.

Este trabajo presenta una propuesta de mediación digital basada en principios conectivistas, a partir de la configuración de un equipo de mediadores humanos articulados a un ecosistema tecnológico, para tejer prácticas de aprendizaje tipo laboratorio en contextos escolares.

## Tabla de contenidos

<b>1. Introducción .....</b>	<b>7</b>
1.1 Contexto del problema .....	7
1.2 Problema de investigación .....	8
1.3 Pregunta y objetivos de investigación .....	9
<b>2. Revisión de la literatura .....</b>	<b>10</b>
2.1 Prácticas de laboratorio en contextos educativos con el uso de dispositivos móviles .....	10
2.1.1 Los dispositivos móviles y su papel en contextos educativos .....	10
2.1.2 Los microcontroladores en la construcción de equipos de laboratorio .....	11
2.1.3 Android en la evolución de equipos de laboratorio para la educación .....	12
2.2 Escenarios educativos basados en principios conectivistas .....	15
2.2.1 Principios conectivistas.....	16
2.2.2 Caracterización de los MOOC .....	17
2.2.3 GRYC09 Grupos, Redes y Comunidades de la Universidad EAFIT .....	18
2.3 Experiencias de mediación en procesos de aprendizaje .....	20
2.3.1 La mediación en el Parque Explora.....	21
2.3.2 La mediación en los procesos de aprendizaje.....	23
2.3.3 Los entornos digitales como escenarios de mediación para el aprendizaje.....	24
<b>3. Propuesta de mediación digital basado en principios conectivistas para tejer prácticas de aprendizaje .....</b>	<b>25</b>
3.1 Laboratorios de Bolsillo .....	26
3.1.1 Los laboratorios de bolsillo y su efecto en las dinámicas de apropiación tecnológica como facilitador de experiencias conectivistas .....	26
3.1.2 Construcción del instrumento de medida y su articulación con el teléfono celular.....	27
3.1.3 Diseño y elaboración de Laboratorio de Bolsillo como práctica de aprendizaje adaptable a principios conectivistas .....	33
3.2 Entrenodos .....	34
3.2.1 Evolución de Entrenodos.....	36
3.2.2 Ecosistema tecnológico para la propuesta de mediación digital .....	42
3.2.3 Entrenodos como modelo de mediación digital .....	45

3.3 Propuesta de mediación digital para tejer prácticas de aprendizaje .....	48
3.3.1 Esquema de la propuesta de mediación digital para tejer prácticas de aprendizaje ..	48
3.3.2 Actividades de Laboratorios de bolsillo según la propuesta de mediación digital .....	49
3.3.3 Tejido de la práctica de aprendizaje .....	51
<b>4. Conclusiones .....</b>	<b>52</b>
4.1 Conclusiones generales .....	52
4.2 Prospectivas .....	54
4.3 Futuras preguntas de investigación .....	55
<b>5. Referencias.....</b>	<b>57</b>

## Lista de figuras

Figura 1 Espectrómetro marca Pasco y tableta para interpretar los datos suministrados por el espectrómetro .....	13
Figura 2 Gaussímetro de PhysicsSensor en teléfono inteligente con sistema operativo Android.....	15
Figura 3 Evolución de grafo de comentarios en blogs para la semana 4 del curso GRYC09 en modalidad sincrónica .....	19
Figura 4 Estructura del aula invertida. Adaptada de Zhong, Song y Jiao (2013) y tomada de (Martínez-Olvera, Esquivel-Gámez, & Castillo, 2014) .....	21
Figura 5 Trabajo colaborativo presencial con maestros en la construcción de la fotocpuerta de Laboratorios de Bolsillo .....	27
Figura 6 Circuito para construir el sistema electrónico de la fotocpuerta .....	28
Figura 7 Cable USB para alimentar de energía la fotocpuerta .....	28
Figura 8 Led Blanco para emitir la luz que será sensada por la fotorresistencia .....	28
Figura 9 Resistencia del circuito eléctrico de la fotocpuerta.....	28
Figura 10 Plug de audífono para conectar la fotocpuerta con la entrada de audio del celular.....	29
Figura 11 Fotorresistencia para sensar la luz emitida por el Led Blanco .....	29
Figura 12 Multímetro para medir las corrientes y voltajes emitidos por las partes eléctricas de la fotocpuerta .....	29
Figura 13 Piezas de la carcasa de la fotocpuerta .....	30
Figura 14 Led dentro del tubo de la fotocpuerta.....	31
Figura 15 Fotorresistencia dentro del tubo de la fotocpuerta .....	31
Figura 16 Picos formados por la interrupción de la luz infrarroja visualizados con el software Audacity .....	31
Figura 17 Fotocpuerta con todas las partes ensambladas.....	32
Figura 18 Sonoscopio de PhysicsSensor en Android.....	33
Figura 19 Miembros de la comunidad Astronomía Ciudadana en Google Plus .....	37
Figura 20 Fragmento de página del sitio GRYC09 tomado de <a href="http://gryc09.pbworks.com">http://gryc09.pbworks.com</a> .....	38
Figura 21 Comunidad de Laboratorios de Bolsillo en Google Plus .....	39
Figura 22 Consola virtual para conmutar cámaras en Hangouts de Google .....	40
Figura 23 Página inicial de Laboratorios de Bolsillo en Entrenodos.....	40
Figura 24 Pietaje de la producción audiovisual con las etiquetas de frases para cada momento de la experiencia .....	42
Figura 25 Esquema de la propuesta de mediación digital para tejer prácticas de aprendizaje.....	48
Figura 26 Código de colores para interpretar los escenarios de las Tablas 9 y 10 .....	50

## Lista de tablas

Tabla 1 Diferencias entre cMOOC y xMOOC. Adaptada de (Fidalgo Blanco, Lacleta, Luisa, & García Peñalvo, 2013) .....	18
Tabla 2 Conclusiones de la primera y segunda fase de Entrenodos en función de los servicios tecnológicos usados. ....	37
Tabla 3 Tecnologías que fueron introducidas para la tercera fase de Entrenodos. ....	41
Tabla 4 Tecnologías básicas asociadas a cada uno de los roles de mediación y al escenario de práctica .....	44
Tabla 5 Descripción de cada uno de los elementos del ecosistema tecnológico para cada acción que realiza el mediador profesor en relación con los principios conectivistas a los que se responde .....	45
Tabla 6 Descripción de cada uno de los elementos del ecosistema tecnológico para cada acción que realiza el mediador Edu Jockey en relación con los principios conectivistas a los que se responde .....	46
Tabla 7 Descripción de cada uno de los elementos del ecosistema tecnológico para cada acción que realiza el mediador Gestor de Comunidades en relación con los principios conectivistas a los que se responde .....	47
Tabla 8 Actividades que se pueden realizar en una práctica de aprendizaje según la propuesta de la Figura 25 .....	49
Tabla 9 Clasificación de algunas actividades que hicieron parte de la práctica de aprendizaje Laboratorios de Bolsillo según la propuesta de la Figura 25 .....	50
Tabla 10 Actividades de Laboratorios de Bolsillo tejidas en el tiempo para favorecer la apropiación de conceptos y la generación de experiencias significativas .....	51

# 1. Introducción

Se presenta inicialmente un problema educativo en el contexto del Parque Explora de la ciudad de Medellín – Colombia y se concreta como una situación a ser investigada en el marco del tejido de prácticas de aprendizaje mediadas no sólo por tecnologías, sino fundamentalmente por personas. Posteriormente se plantea un interrogante a ser investigado, lo que conlleva construir unos objetivos para abordarlo y un esquema metodológico que permita intervenir coherentemente esta situación.

## 1.1 Contexto del problema

Los programas educativos en museos y los objetivos institucionales de las escuelas van cada uno por su lado y sus propuestas no tienen nada que ver con las renovaciones curriculares y tampoco impactan en las propuestas museológicas (Alderoqui, Alderoqui, & de Pinus, 1996). Usar la web como entorno educativo no es simplemente añadir un elemento al proceso de aprendizaje, se trata de concebir un escenario en donde las personas desarrollan diversas acciones en un contexto social, cultural y tecnológicamente enriquecido para la formación (Suárez, 2013).

El Parque Explora<sup>1</sup> reconoce su papel en la formación ciudadana y en esa medida se reconoce como un espacio de libre aprendizaje en el ámbito de la educación informal, en donde todos los programas tienden en esa dirección. Los museos son escenarios de educación informal y no formal que suelen constituir un apoyo a la educación formal (Betancourt, 2013) y para Explora es claro que trabajar de la mano con la Escuela resulta fundamental si se quiere lograr una construcción de ciudadanía más incluyente y equitativa. Los estudiantes, ciudadanos en formación, y los maestros, son públicos estratégicos para el logro de la misión de Parque Explora, con los que se busca fortalecer y dinamizar redes de aprendizaje como espacios de formación (Explora, 2015).

Los métodos de enseñanza tradicionales en ciencias naturales incluyen prácticas de laboratorio dentro de sus programas de física, química o biología para mejorar los procesos de aprendizaje por parte de los estudiantes. Sin embargo, si bien poco se discute sobre la importancia de realizar experimentos de laboratorio como parte de la metodología educativa, no existen evidencias contundentes que comprueben que la realización de prácticas de laboratorio mejoran el aprendizaje (Hodson, 1993).

En general, las prácticas de laboratorio están conformadas en escenarios distantes en el espacio y en el tiempo, lo que no permiten identificar, rastrear y correlacionar los diferentes eventos de aprendizaje de manera continua. Se hace necesario entonces

---

<sup>1</sup> [www.parqueexplora.org](http://www.parqueexplora.org)



establecer un mecanismo para nutrir y sostener conexiones entre los diferentes escenarios a los que se exponen a los estudiantes de forma que estos faciliten el aprendizaje continuo (Siemens, 2005b), lo que motiva la articulación de las estrategias educativas de la Escuela con escenarios de aprendizaje de los museos como el Parque Explora.

## **1.2 Problema de investigación**

Las prácticas de laboratorio, que se realizan como parte de las actividades programadas por los maestros para la enseñanza de las ciencias naturales, están tan aisladas del resto de estrategias para cumplir el propósito formativo que no sabemos lo que ocurre antes o después de realizar cada una de las experiencias educativas, sin poderse establecer un proceso de aprendizaje articulado, medible y replicable (Acevedo, 2001).

Algunos de los problemas que se evidencian en el desarrollo de prácticas de laboratorio en contextos educativos son:

- Las prácticas de laboratorio se presentan como actividades aisladas de las estrategias diseñadas por los maestros para abordar un contenido curricular (Escudero & Area, 2000).
- No sólo las conexiones cognitivas, espacio temporales y sociales que se generan durante el desarrollo de una actividad para el aprendizaje permanecen ocultas, también lo que ocurre antes y después de una práctica experimental, de esto nunca se sabe nada (Castro Rojas, Loaiza Ortiz, & Sánchez Hoyos, 2013)(Castro, Loaiza & Sánchez 2013).

Desde el punto de vista de los artefactos tecnológicos (Medina, Saba, Silva & de Guevara 2011), algunos de los problemas más comunes para realizar prácticas experimentales de laboratorio son:

- El alto costo de los equipos de laboratorio.
- La dificultad y el miedo que existe para manipular los equipos de laboratorio.
- El desconocimiento de las características técnicas básicas de los equipos

No sobra mencionar otros inconvenientes que no necesariamente están relacionados en forma directa con los instrumentos, pero que afectan significativamente el logro de los objetivos de aprendizaje y compromete la validez de las estrategias educativas que proponen el uso de equipos de laboratorios (Papert & Harel, 2002).

- Las prácticas adoptan una postura de receta y sólo se siguen instrucciones.

- Pocas veces existe una adecuada relación entre el propósito educativo y la práctica de laboratorio.

El propósito de esta investigación es construir una experiencia educativa, tipo laboratorio, que cualquier ciudadano pueda cargar en sus bolsillos y que esté acompañado por un entorno tecnológico que permita gestionar y visualizar las interacciones generadas durante la realización de prácticas de aprendizaje en contextos escolares y no escolares.

### 1.3 Pregunta y objetivos de investigación

*¿Cómo diseñar un entorno tecnológico basado en principios conectivistas, que permita evidenciar las interacciones generadas durante la realización de una práctica educativa con equipos de laboratorio fáciles de construir y de movilizar en el contexto del aprendizaje de la física básica?*

Los objetivos de investigación son:

1. Diseñar un equipo de laboratorio fácil de construir y movilizar, que permita la realización de prácticas experimentales para el aprendizaje de la física básica. A este equipo, por sus características, se le ha asignado el nombre de *Laboratorios de Bolsillo*.
2. Configurar un ecosistema de aprendizaje basado en principios conectivistas para la realización de prácticas de laboratorio de física, que permita visualizar no sólo los nodos<sup>2</sup>, sino también las interacciones generadas por la conexión entre usuarios y los contenidos desarrollados durante las experiencias. A éste ecosistema se le ha asignado el nombre de *Entrenodos*.
3. Construir una propuesta de mediación digital para establecer una articulación entre las prácticas realizadas con un laboratorio de bolsillo y el ecosistema de aprendizaje basado en principios conectivistas, con el propósito de determinar un conjunto de conexiones<sup>3</sup> que permita la construcción de estrategias educativas con la participación de un grupo piloto de maestros, para un estudio del caso con esta propuesta.

---

<sup>2</sup> En esta propuesta se llama nodos tanto a los usuarios como a los artefactos y contenidos.

<sup>3</sup> Las conexiones de interés para esta experiencia se dan fundamentalmente en procesos de socialización presencial y virtual.

## **2. Revisión de la literatura**

En esta sección se realiza una exploración sobre el estado del arte de algunas experiencias educativas que se aproximan al uso de equipos de laboratorio fáciles de construir y movilizar para la realización de prácticas de aprendizaje en diversos contextos escolares. Aunque es muy común el uso de laboratorios virtuales y simuladores en contextos educativos, en esta propuesta se hace énfasis en las experiencias que se desarrollan con el uso de dispositivos móviles, especialmente teléfonos celulares con sus respectivas aplicaciones y consecuentemente se hace una exploración de experiencias de aprendizaje en red con principios conectivistas, que evidencien las interacciones de los participantes dentro de una práctica educativa.

### **2.1 Prácticas de laboratorio en contextos educativos con el uso de dispositivos móviles**

No sólo para prácticas de laboratorio, sino para todo tipo de programas educativos con el uso de dispositivos móviles, se deben tener en cuenta.

- Los temas relacionados con el soporte técnico para resolver problemas tecnológicos que pueden aparecer en las prácticas educativas.
- La usabilidad de las plataformas para facilitar al ciudadano el acceso a los recursos, contenidos, y software educativos.
- La articulación y adaptación de los contenidos de las prácticas con el currículo local y los estándares educativos.
- Un proceso de formación de mediadores que involucre a maestros y estudiantes.

Estas recomendaciones se pueden aplicar a todas las iniciativas de TIC para la educación y no únicamente a los proyectos de aprendizaje móvil. Sin embargo, debido a que el uso de teléfonos inteligentes en la educación es un fenómeno relativamente nuevo, estas consideraciones son especialmente relevantes para lograr el éxito y el crecimiento de iniciativas de aprendizaje móvil (Jara, Claro, & Martinic, 2012).

#### **2.1.1 Los dispositivos móviles y su papel en contextos educativos**

Los dispositivos móviles se reconocen como artefactos digitales, portátiles y controlados preferiblemente por una persona que sea además su dueña<sup>4</sup>. Tienen posibilidad de acceder a Internet, capacidad multimedia y facilitan un gran número de tareas, especialmente las relacionadas con la comunicación. Otra característica importante de los dispositivos móviles, es que son artefactos TIC más usados en el

---

<sup>4</sup> El sentido de pertenencia facilita el proceso de apropiación (Castells, 1987).

planeta, lo que permite generar escenarios educativos incluyentes, contextualizados y personalizables (West & Vosloo, 2013).

Muchos estudiantes que no tienen acceso a libros o computadoras y numerosas personas que no asisten a escuelas tradicionales por diversas razones, tienen teléfonos móviles (West, 2012). Existen varios proyectos que se basan en los dispositivos móviles para gestionar procesos educativos. Por ejemplo, en la Universidad de San Buenaventura de Bogotá Colombia<sup>5</sup>, se desarrolló el proyecto *Bluegénesis*, una estrategia que permite tomar lista a estudiantes a través de dispositivos móviles con bluetooth, realizar evaluaciones en línea y compartir recursos para el aprendizaje escolar (Jara et al., 2012).

Las investigaciones realizadas por la UNESCO<sup>6</sup> revelan que los dispositivos móviles pueden ayudar a los profesores a emplear con mayor eficacia el tiempo de clase. Cuando los estudiantes utilizan sus teléfonos celulares para realizar tareas pasivas o de memorización, como escuchar una clase o repetir la información en casa, disponen de más tiempo para debatir ideas, compartir distintas interpretaciones, trabajar en equipo y participar en actividades de laboratorio en la escuela y otros centros de aprendizaje. Lejos de aumentar el aislamiento, el aprendizaje móvil ofrece más oportunidades de cultivar las competencias complejas necesarias para colaborar con otros de manera productiva. Lo que antes se hacía en el aula pasa a ser tarea para la casa, de modo que en la escuela se hace mayor hincapié en los aspectos sociales del aprendizaje (West & Vosloo, 2013).

### **2.1.2 Los microcontroladores en la construcción de equipos de laboratorio**

El término *Laboratorio de Bolsillo* ha sido consecuencia de una evolución de conceptos que aparecen en los estudios realizados por el profesor Mario Trujillo Vargas en la Universidad de Antioquia en los años ochenta (Vargas & Jaramillo, 1984). El profesor Trujillo, mucho antes del auge de los dispositivos móviles, ya construía equipos para la realización de prácticas de laboratorio con el uso de computadores de escritorio, a través de diversos software para el procesamiento y la interpretación de datos en los computadores que se articulaban con microcontroladores conectados a sensores para medir magnitudes físicas como la temperatura o la presión (Vargas, Corredor, & Pardo, 1986; Vargas & Jaramillo, 1984).

En el año 2005 aparece Arduino<sup>7</sup>, una plataforma de código abierto basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar (Banzi, Cuartielles, Igoe, & Martino,

---

<sup>5</sup> <http://www.usbbog.edu.co/>

<sup>6</sup> <http://www.unesco.org/new/es>

<sup>7</sup> [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

2006). Cuenta con un microcontrolador y está pensado para artistas, diseñadores y cualquier persona interesada en crear proyectos automatizados. Los proyectos de Arduino pueden ser independientes o se pueden comunicar con un software en un computador o teléfono celular. El entorno de desarrollo de Arduino está escrito en Java, lo que permite su ejecución en Windows, MacOS y Linux. Su simplicidad, bajo costo, su integración con diversos sensores y la amplia comunidad en el mundo que promueve su uso como elemento de aprendizaje, determina una ventaja para ser usado como elemento tecnológico en la construcción de equipos de laboratorio para desarrollar prácticas educativas (Aristizábal, Ramírez, & Restrepo, 2010).

En 2006 comienza el desarrollo de otra plataforma de hardware construida a partir de microcontroladores, Raspberry Pi<sup>8</sup>. Pero fue sólo hasta 2012 cuando aparece su primera serie (Upton & Halfacree, 2012). Raspberry Pi puede funcionar como un servidor y realizar múltiples tareas de forma simultánea.

Si se necesita un equipo de laboratorio que simplemente tome medidas con los datos que entrega un sensor, se recomienda usar sólo Arduino, pero si además se pretende crear una red de sensores distribuidos para tomar medidas en tiempo real por múltiples espacios geográficos, como por ejemplo, crear un laboratorio ambiental por todo un colegio, se recomienda complementar el equipo de laboratorio con Raspberry Pi (Arellano Pedrazzoli, Miranda, & Froilan, 2015).

### **2.1.3 Android en la evolución de equipos de laboratorio para la educación**

Antes de introducir el efecto de Android<sup>9</sup> sobre la evolución de los equipos de laboratorio educativos, se presentan tres alternativas usadas para el desarrollo de prácticas de laboratorio que nos permitan diferenciar y comprender la importancia de la aparición de teléfonos inteligentes como dispositivos para capturar señales, procesar datos y visualizar procesos.

Tradicionalmente las marcas más reconocidas de equipos de laboratorio para realizar prácticas educativas son Phywe<sup>10</sup> y Pasco<sup>11</sup>. Estos equipos generalmente cuentan con un conjunto de sensores y estructuras mecánicas para su distribución dentro del laboratorio. Para el procesamiento de datos y su interpretación gráfica, manejan equipos que tienen sus propias pantallas y controles o proveen software para ser instalado sobre dispositivos móviles con sistema operativo iOS<sup>12</sup> o Android.

---

<sup>8</sup> [www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org)

<sup>9</sup> [www.android.com](http://www.android.com)

<sup>10</sup> [www.phywe.de](http://www.phywe.de)

<sup>11</sup> [www.pasco.com](http://www.pasco.com)

<sup>12</sup> <http://www.apple.com/co/ios/>



**Figura 1 Espectrómetro marca Pasco y tableta para interpretar los datos suministrados por el espectrómetro**

De manera alternativa a los equipos de laboratorio con marcas propias, también existen los laboratorios remotos. Un laboratorio remoto es un sistema que puede ser usado por diferentes tipos de usuario, desde estudiantes, profesores, ingenieros, técnicos, científicos, y en general cualquier persona que posea los permisos necesarios, dependiendo de la naturaleza institucional o abierta del laboratorio particular, siendo éstas características las que favorecen el trabajo colaborativo. Uno de los principales beneficios de esta modalidad, es poder usar equipos de laboratorios especializados y de alto costo de manera remota. (Zuluaga & Trujillo, 2011).

Otro tipo de experiencia alternativa son los simuladores que se usan como experiencias de laboratorio. La simulación computarizada es la representación digital de un sistema real o ideal, que mediante una serie de programas preestablecidos, se aproxima a las características naturales de una parte de la realidad. Los laboratorios simulados son muy útiles en los casos donde no es posible una representación real del fenómeno a estudiar, bien sea porque son casos peligrosos, complejos, costosos o supuestos (Franky, 2009).

Android es un sistema operativo diseñado en principio para teléfonos inteligentes<sup>13</sup>. Está basado en el núcleo de Linux<sup>14</sup> y fue comprado por Google<sup>15</sup> en el año 2005 (Elgin, 2005), pero fue sólo hasta octubre de 2008 cuando se vendió el primer móvil con Android, el HTC<sup>16</sup> Dream (Wilson, 2014). En la actualidad, Android se encuentra en la versión 6 (Inc., 2015) y existen diversas comunidades que desarrollan algunas ROM personalizadas como CyanogenMod (Karlsson & Glisson, 2014), las cuales permiten disponer de funciones especializadas para el celular o el dispositivo que use el sistema operativo.

Las características más importantes de Android, en función de su implementación

<sup>13</sup> Android también es un sistema operativo para cosas como neveras y relojes (Cuerva García, 2012)

<sup>14</sup> [www.linux.com](http://www.linux.com)

<sup>15</sup> [www.google.com](http://www.google.com)

<sup>16</sup> [www.htc.com](http://www.htc.com)

dentro de sistemas para el desarrollo de equipos de laboratorio son:

- La gran cantidad de desarrolladores que existen en todo el mundo, siendo la plataforma con la mayor cantidad de dispositivos en la actualidad (León, Benalcazar, & León, 2014).
- La versatilidad para articularse con otros dispositivos como Raspberry Pi y Arduino (Diwan, 2014).
- La disponibilidad de teléfonos celulares con diversos costos y especificaciones (Bermúdez Moreno & López Hincapié, 2011).
- El respaldo de una empresa como Google que garantiza en buena medida su continuidad, soporte y evolución.

La referencia más cercana y funcional del uso de Android como sistema operativo para la realización de prácticas de laboratorio educativas es PhysicsSensor (Aristizábal, Restrepo, & Ramírez, 2012), una plataforma hardware-software diseñada inicialmente para el sistema operativo Windows por docentes de la Escuela de Física de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín<sup>17</sup> y que en la actualidad cuenta con la versión 3.4 para el sistema operativo Android.

PhysicsSensor Mobile Edition fue liberada en el semestre 01/2015, con una versión beta para ser usada en los cursos *Taller Experimental y Enseñanza de la Física* (Mecánica) de la Maestría en *Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales* de la Universidad Nacional de Colombia, por parte de maestros de educación básica y media de la ciudad de Medellín y con el fin de someterse a pruebas y mejoras (Aristizábal, 2015).

---

<sup>17</sup> <http://medellin.unal.edu.co/>



Figura 2 Gaussímetro de PhysicsSensor en teléfono inteligente con sistema operativo Android

## 2.2 Escenarios educativos basados en principios conectivistas

El conectivismo es una propuesta de aprendizaje para la era digital (Siemens, 2004) que se puede entender como una alternativa o complemento a teorías tradicionales como el conductismo, el cognitivismo o el constructivismo. El conectivismo propone el aprendizaje como el proceso de tejer conexiones entre redes sociales y tecnológicas al interior de escenarios caóticos y complejos, es decir, ambientes que no están por completo bajo el control del individuo. El punto de partida del conectivismo es el individuo. El conocimiento personal se establece como un nodo conectado a una red, la cual a su vez se conecta a otras redes, cuya interacción y colaboración retroalimenta el conocimiento de las redes, aportando un nuevo aprendizaje y una nueva actualización (Altamirano, Becerra, & Nava, 2010).

La educación formal tradicional y el conectivismo son incompatibles, pero en caso de existir una pedagogía conectivista, ésta consiste en tratar de alejar a los estudiantes de los ambientes de aprendizaje administrados y estructurados de los salones de clases. El conectivismo busca que el estudiante tome efectivamente el control de su aprendizaje, operando en las redes, sin maestros verticalizados, sin instituciones reguladoras y a través redes personales de aprendizaje (Downes, 2010).

La propuesta conectivista ha generado tanto entusiasmo como polémica acerca de si puede o no, ser considerada como una nueva teoría de aprendizaje (Willingham, 2008), pero vamos a considerar el conectivismo como una alternativas disruptiva a los procesos tradicionales de integración de las tecnologías web en la escuela propuestos



por sistemas gestores del aprendizaje tipo Moodle<sup>18</sup> o Blackboard<sup>19</sup>, para mapear el aula tradicional sobre Internet, conservando todas las características y propiedades de una aula presencial, simplemente haciéndola virtual. Estas aulas virtuales son muy populares, cómodas para la práctica docente, cerradas, privativas y funcionan como modelos virtuales de una educación tradicional (Altamirano et al., 2010).

### 2.2.1 Principios conectivistas<sup>20</sup>

- El aprendizaje es el proceso de conectar nodos o fuentes de información.
- El aprendizaje puede residir en entidades no humanas.
- Es necesario nutrir y sostener las conexiones para facilitar el aprendizaje continuo.
- La habilidad para ver las conexiones entre ideas y conceptos es la clave para construir el conocimiento.
- Saber dónde buscar la información es más importante que tener la información
- La toma de decisiones es en sí un proceso de aprendizaje.

Para no parecer fanáticos y poder establecer una propuesta lo más objetiva posible, se hace una reflexión crítica que nos permita identificar los probables vacíos y potencialidades que tienen algunos principios conectivistas (Brennan, 2013).

Si el aprendizaje es el proceso de conectar nodos, presupone que las personas debemos comportarnos como nodos y no todo el mundo sabe cómo ser un nodo. Al igual que ocurre con los juegos, las acciones de aprendizaje deben ser un reto con el fin de ser satisfactorias, pero no tan frustrantes como para crear confusión. Comportarse como nodo dentro de una red, es una tarea que para muchos puede ser exigente (Brennan, 2013). Ahora bien, es importante establecer que la navegación por el caos y la toma de decisiones de aprendizaje es una lección educativa en un cMOOC<sup>21</sup> (Downes, 2015).

El aprendizaje puede residir en entidades no humanas, por ejemplo, en artefactos tecnológicos. Por tal motivo, es común que se usen técnicas de ingeniería inversa para saber cómo se hicieron las cosas para luego replicarlas o transformarlas, es decir, existe un conocimiento tácito dentro de entidades no humanas que puede ser explicitable (Villar-García, Morales-Trujillo, & Ibargüengoitia, 2015).

Si bien el aprendizaje siempre es continuo y ocurre durante toda la vida (Freire, 1997),

---

<sup>18</sup> <https://moodle.org/>

<sup>19</sup> [www.blackboard.com/](http://www.blackboard.com/)

<sup>20</sup> Se han excluido dos principios de los mencionados por Siemens (2005b) para dejar los más apropiados para esta propuesta.

<sup>21</sup> El significado de cMOOC se explica a partir del numeral 2.2.2

no siempre podemos conocer qué sucede antes y después de una experiencia educativa. Por eso es necesario nutrir y sostener las conexiones para facilitar y sistematizar el aprendizaje continuo, generando procesos de trazabilidad que permitan la construcción de patrones de aprendizaje en individuos y comunidades, una actividad fundamental para la evolución y el mejoramiento de los procesos educativos para el siglo XXI y que se potencia a través del uso de tecnologías (Zapata-Ros, 2013).

Cuando se habla de la habilidad para ver las conexiones entre ideas y conceptos como la clave para construir el conocimiento, se espera que esas conexiones no sean sólo a través de medios digitales. La presencialidad y la interacción con escenarios físicos no sólo potencia la interconexión entre redes digitales de aprendizaje, sino que genera estímulos cercanos que permiten consolidar las experiencias de aprendizaje. Cuanto menor es la presencia de otras personas en un entorno de aprendizaje, mayor será la necesidad de contar con capacidades particulares en el sujeto como la autogestión (Kop, 2011).

Según Kop (2011), existen tres desafíos para lograr que los procesos de aprendizaje se generen en escenarios conectivistas<sup>22</sup>.

- Los estudiantes deben tener autonomía para aprender de forma independiente.
- Los estudiantes deben contar con habilidades tecnológicas, ser críticos y tener los criterios necesarios para tomar decisiones relevantes y convenientes en momentos caóticos.
- Los estudiantes deben contar con elementos de presencialidad y mediación para generar procesos de apropiación.

Veremos cómo esta propuesta presenta una manera de abordar estos desafíos en el numeral 3.2, cuando se profundice en el tema de Entrenodos, un experimento educativo del Parque Explora basado en principios conectivistas, pero con los ajustes y modificaciones del caso.

### **2.2.2 Caracterización de los MOOC**

Una forma de clasificación menciona que existen dos tipos de MOOC, los cMOOC o MOOC conectivistas y los xMOOC o MOOC conductistas (Siemens, 2012). Los xMOOC son cursos formales creados por sitios como Coursera<sup>23</sup> y EDX<sup>24</sup> que se

---

<sup>22</sup> Los maestros en estos escenarios también deben asumir el rol de estudiantes por la necesidad de participar en los procesos de aprendizaje continuamente.

<sup>23</sup> <https://es.coursera.org/>

<sup>24</sup> <https://www.edx.org/>

caracterizan porque uno o varios profesores vinculados a una institución educativa, ofrecen clases a una gran audiencia en línea con recursos como videos, tareas y otros contenidos. Los cMOOC se basan en las conexiones en lugar de los contenidos, se parecen más a una comunidad en línea que a un curso y no necesariamente tienen un plan de estudios definido (Downes, 2015).

Los cMOOC precedieron a los xMOOC, pero fueron los xMOOC los más conocidos por la masificación que ocurrió a partir del año 2012 a través de plataformas de distribución de contenidos para las masas. Un cMOOC es una estrategia en el que una comunidad masiva de personas, movidas por el interés en aprender sobre un tema determinado, interactúan de manera proactiva e intercambian conocimientos para crear conexiones y relaciones entre sí. (Adell & Castañeda, 2013).

**Tabla 1 Diferencias entre cMOOC y xMOOC. Adaptada de (Fidalgo Blanco, Lacleta, Luisa, & García Peñalvo, 2013)**

	<b>cMOOC</b>	<b>xMOOC</b>
<b>Estrategia</b>	Conectivista	Conductista
<b>Guía del aprendizaje</b>	Interacción entre los participantes	Se basa en los contenidos y las tareas
<b>Evaluación</b>	Trazabilidad de conexiones, señales y nodos como entornos personales de aprendizaje	Entrega de trabajos y evaluación por pares

Se plantea una caracterización de los MOOC porque el escenario de mediación digital que se propone en esta investigación fue diseñado con base en los MOOC, pero ha sufrido desde el momento de su creación<sup>25</sup> a la fecha, considerables cambios, algunos por la adaptabilidad necesaria durante la evolución tecnológica de la plataforma y otros por aspectos metodológicos.

### **2.2.3 GRYC09 Grupos, Redes y Comunidades de la Universidad EAFIT**

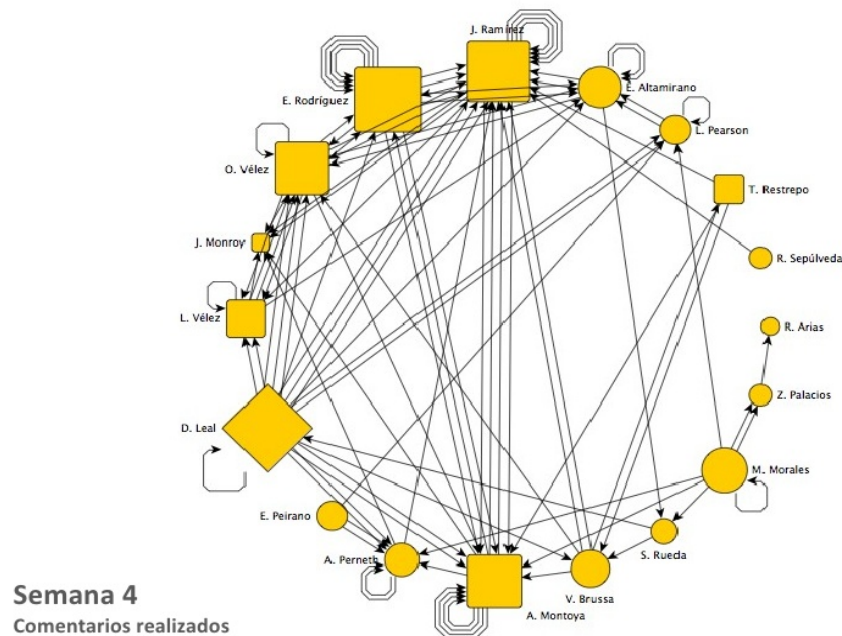
GRYC09 es un curso introductorio<sup>26</sup>, diseñado para explorar una serie de conceptos que hacen parte de algunas formas de organización social y cuyo estudio ha cobrado relevancia reciente con la aparición de diversas tecnologías informáticas (y otras que

<sup>25</sup> Octubre de 2012

<sup>26</sup> Se menciona la existencia de GRYC en el tiempo presente, porque es un curso asincrónico y vigente. GRYC 09 fue un curso ofrecido por la Universidad Eafit en el año 2009 con el profesor Diego Leal para estudiantes de Maestría en Ingeniería.

nos han acompañado durante mucho más tiempo). El curso propone discusiones alrededor de las características, formas en las que emergen, evolucionan y desaparecen grupos, redes y comunidades, con un enfoque hacia las formas en las cuales pueden diseñarse procesos que propicien uno u otro tipo de organización, y alternativas para gestionar su desarrollo e información. La misión de los participantes en el curso es desarrollar habilidad para reconocer estas estructuras en su entorno personal y profesional, identificar y poner en marcha acciones tendientes a potenciar su desarrollo y evolución, y apropiarse el lenguaje y conceptos propios del área (Leal, 2009)

27



**Figura 3 Evolución de grafo de comentarios en blogs para la semana 4 del curso GRYC09 en modalidad sincrónica**

GRYC09 se ofreció de manera sincrónica en el año 2009<sup>28</sup> por el profesor Diego Leal, como una asignatura del programa de Maestría en Ingeniería de la Universidad EAFIT e hicimos parte estudiantes formales a través del sistema de créditos de la universidad y estudiantes informales que participaban por ser una estrategia abierta.

Es fundamental resaltar que este curso, basado en principios conectivistas, motivó el diseño de esta propuesta de mediación digital para el Parque Explora y que posteriormente se llamaría Entrenodos.

<sup>27</sup> (2009). GRYC. EAFIT <http://gryc09.pbworks.com/>.

<sup>28</sup> Actualmente se puede desarrollar de manera asincrónica.

## **2.3 Experiencias de mediación en procesos de aprendizaje**

Desde las formulaciones teóricas de Vigotsky, los procesos estrictamente humanos se consideran de manera general, funciones de la actividad mediada (Suárez, 2003) . La mediación es el principio constructor de lo específicamente humano: la cognición. Por tanto, la cognición no se puede comprender como una simple respuesta o reflejo frente a un estímulo, porque también implica un componente de transformación regulado a partir de instrumentos simbólicos y físicos que la cultura proporciona al sujeto en interacción, y que tienen además, la particularidad de mediar la relación del sujeto con el mundo, con las personas y consigo mismo. No se trata pues de una comprensión accesoria de la participación de los instrumentos de mediación, sino que para la concepción sociocultural no existe desarrollo de los procesos cognitivos sin la presencia de la actividad mediadora (Suárez, 2003).

Según Feuerstein, Klein, & Tannenbaum (1991) la mediación o Experiencia de Aprendizaje Mediado (EAM), se produce cuando una persona con conocimientos e intenciones media entre el mundo y otro ser humano, creando en este individuo la tendencia al cambio. La presencia del mediador es la que establece la diferencia con la exposición directa a los estímulos (Escobar, 2011).

Antes exponer una propuesta de mediación digital, se plantea un cambio metodológico similar al que propone el enfoque de Aprendizaje Invertido (Observatorio de Innovación Educativa, 2014), para que por lo menos no continuemos la costumbre de seguir haciendo lo mismo pero con artefactos digitales. En el método tradicional los contenidos conceptuales se presentan en el aula y las actividades de práctica se asignan para realizarse por fuera, bien sea en la casa o en un espacio al que generalmente llaman Laboratorio. El Aprendizaje invertido da un giro a dicho método, al plantear la oferta de contenidos por fuera del aula a través de lecturas, audios y videos, para emplear el tiempo de clase presencial en el aula en discusiones, laboratorios, talleres, proyectos y otras actividades prácticas con alto contenido de socialización (Fulton, 2014). Es importante recalcar que este enfoque pedagógico no consiste en un cambio tecnológico, únicamente aprovecha las nuevas tecnologías para ofrecer más opciones de contenidos a los estudiantes y, lo más importante, redefine el tiempo de clase como un ambiente centrado en el estudiante (Bergmann & Sams, 2012).

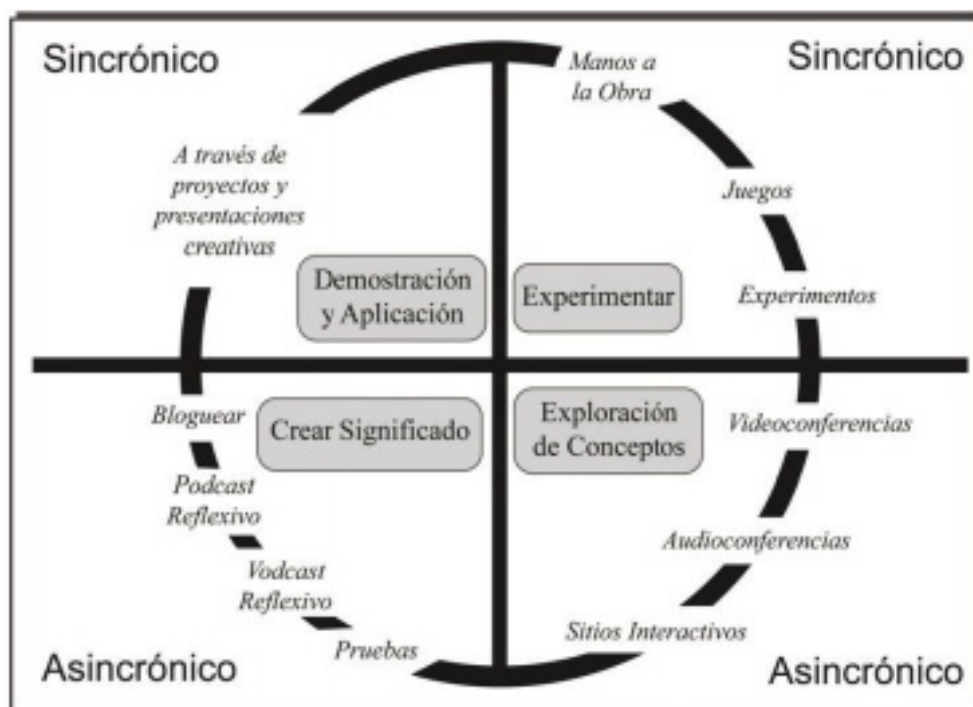


Figura 4 Estructura del aula invertida. Adaptada de Zhong, Song y Jiao (2013) y tomada de (Martínez-Olvera, Esquivel-Gómez, & Castillo, 2014)

Se expone a continuación la experiencia de mediación en un museo como Parque Explora, para luego pasar a destacar la importancia del mediador humano como elemento fundamental en los procesos de aprendizaje individual y colectivo, antes de mostrar el papel que juegan los entornos digitales de aprendizaje como instrumentos de mediación.

### 2.3.1 La mediación en el Parque Explora

Para hablar de la mediación en el Parque Explora, hay que decir que ésta se concibe como una acción que fundamentalmente se centra en las personas, aunque pueden existir casos en donde las mismas experiencias museales y el museo como un todo, se comportan como escenarios para la intervención mediada.

En los comienzos de Explora<sup>29</sup>, las personas que realizaban los procesos de mediación se llamaban, al igual que en muchos museos del mundo, guías (Sánchez Mora & Ramírez, 2014), pero guía no representaba muy bien lo que nosotros queríamos de estas personas y su interacción con la gente, porque es una palabra rígida que puede dar a entender caminos únicos y discursos verticales. Fue allí cuando apareció en el Parque el uso de dos palabras, Explorador y Mediador.

<sup>29</sup> Agosto de 2007

El Explorador denota muy bien lo que queremos de la relación de estas personas con el visitante, porque habla de la posibilidad de buscar, descubrir y ser flexible, además de ajustarse al nombre de nuestro museo (Arango, 2015). Pero también existe otra palabra que se conoce muy bien en el mundo de los museos y es la palabra mediador (Aguilera & Mejía, 2007). Un mediador es la persona que está entre dos cosas y guarda una posición imparcial, respetuosa, pero presta apoyo a la solución del conflicto presentado. Para Germán Arango del equipo de Educación y Contenidos del Parque Explora (Arango, 2015), estas dos palabras se usan indistintamente en todas las estrategias educativas de Explora, porque representan muy bien lo que se pretende en un museo de ciencias como el nuestro.

La palabra Explorador la usamos especialmente para los mediadores que están en las salas interactuando con los visitantes que participan de nuestras exposiciones y la palabra Mediador la utilizamos de una manera más general en programas como Territorio Expandido<sup>30</sup>, cuando nos referimos a las personas que interactúan con los ciudadanos en las comunas de la ciudad de Medellín o en el programa MAE<sup>31</sup>, cuando hablamos del maestro como mediador en la escuela (Arango, 2015). Pero ambas palabras, tanto Explorador como Mediador, recogen muy bien lo que queremos de estas personas en los procesos de interacción con nuestros públicos.

Existen cuatro premisas fundamentales para hablar de mediación en el Parque Explora:

- Modelo de diálogo: propone que el visitante pueda expresar lo que piensa y lo que cree en un ambiente de confianza durante la interacción con el mediador. Este modelo exige del mediador una serie de cualidades como saber leer al visitante que tiene cerca y saber en qué contexto se encuentran. Es importante esta premisa porque permite que el ciudadano y el visitante en particular, se sienta protagonista y no un elemento pasivo de la experiencia. Que participe activamente de su proceso de aprendizaje.
- Construcciones conjuntas: permiten que el visitante no sólo ponga sobre la mesa lo que piensa, cree, siente o sabe, sino que el mediador está llamado a tomar esas percepciones de los visitantes y ciudadanos para construir una nueva experiencia a partir de lo que se teje durante la mutua participación, para que en una continua interacción, el visitante también participe de esa construcción.
- Modelo de mediación colectiva: el mediador no es solamente esa persona de rojo o uniformada que representa al museo, sino que en algún momento se espera que los mismos ciudadanos y visitantes asuman el rol de mediadores. Aparece entonces un visitante que se convierte en mediador de otras personas y

---

<sup>30</sup> <http://www.parqueexplora.org/territorioexpandido>

<sup>31</sup> <http://www.parqueexplora.org/educacion-explora/red-mae/>

hasta del mismo mediador. Esta premisa es significativa porque habla de una relación horizontal en la comunicación de saberes.

- Contenidos recontextualizados<sup>32</sup>: establece un modo apropiado de interacción entre mediador y visitante según el contexto, en el que cada uno tiene sus propios códigos y lógicas, pues no es lo mismo conversar con una persona de una ciudad, barrio, familia o gueto determinado, que con otra. La mediación tiene que procurar siempre establecer conversaciones y ejemplos que permitan recontextualizar los contenidos.

### **2.3.2 La mediación en los procesos de aprendizaje**

De acuerdo con Pilonieta (2003) existen dos tipos de mediación en los procesos de aprendizaje, la mediación cognitiva y la mediación metacognitiva. La mediación cognitiva se refiere a la adquisición de herramientas para conocer, recordar, comprender y evaluar, las cuales son necesarias en la solución de problemas de tipo académico. La mediación metacognitiva se relaciona con la adquisición de herramientas de tipo semiótico que permiten ejercer un control mental sobre las características intrínsecas de la persona en su entorno, facilitando comportamientos como la autonomía (Ramírez, 2009).

Para Feuerstein (1996), existen dos tipos de factores causantes de una alta o baja modificabilidad<sup>33</sup>, los factores distantes y los proximales. Los distantes incluyen factores genéticos, orgánicos, estimulación ambiental, socioeconómicos, educativos y emocionales. Los factores proximales son la presencia o ausencia de la experiencia de aprendizaje mediado, que se entiende como la intervención de un ser humano mediador entre sujeto y el medio para proporcionar al individuo un aprendizaje organizado y estructurado (Escobar, 2011).

El mediador puede ser el maestro, los padres o cualquier ciudadano que haga parte del colectivo social que rodea la experiencia de aprendizaje, incluso, el sujeto aprendiz podría asumir una postura mediadora con otro aprendiz según el contexto. Son frecuentes y recomendables los casos donde los mismos compañeros en una clase o una familia o grupo de amigos en un museo, toman consciente o inconscientemente un rol de mediador. Todos asumen e intercambian sus roles como mediadores y así el

---

<sup>32</sup> La recontextualización es un proceso de comunicación, en donde el conocimiento elaborado por una comunidad muy específica es transformado y reelaborado, para ser asimilado por otra comunidad con perspectivas y necesidades diferentes de la primera (Betancourt, 1999).

<sup>33</sup> La modificabilidad estructural cognitiva se sustenta en un principio que se expresa de esta manera: el organismo humano es un sistema abierto que en su evolución adquirió la capacidad para modificarse a sí mismo, siempre y cuando exista un acto humano mediador (Feuerstein, 1996)



objeto educativo sea el mismo o existan estímulos similares, la experiencia de aprendizaje resulta ser diferente (Falk & Dierking, 2004).

Un aprendizaje puede adquirirse por medio de la interacción directa con la experiencia o mediante un proceso de experiencia de aprendizaje mediado. La exposición directa a estímulos ciertamente produce cambios en el individuo, pero estos no siempre son de calidad, ni suficientes para propiciar ciertos grados de modificabilidad estructurada, por el contrario, la experiencia de aprendizaje a través de un mediador favorece que se desarrollen en el individuo habilidades cognitivas, como también flexibilidad, autoplaticidad y modificabilidad (Escobar, 2011).

Uno de los objetivos principales de un proceso de aprendizaje mediado es otorgar al sujeto en un contexto de aprendizaje las herramientas adecuadas para enriquecerse de los estímulos que le ofrece la experiencia educativa, de tal manera que le permita ser un autogestor consciente y participe de su desarrollo como ciudadano autónomo y responsable (García Raga, 2011).

### **2.3.3 Los entornos digitales como escenarios de mediación para el aprendizaje**

Una actividad bastante común del supuesto uso de entornos digitales como instrumentos de mediación para el aprendizaje, consiste en simplemente insertar tecnologías sobre los procesos tradicionales de aula, que dicho de otra manera, es hacer lo mismo de siempre pero con dispositivos digitales<sup>34</sup>. Es por tal motivo que los resultados esperados con la experiencia de aprendizaje casi nunca se obtienen y se termina por culpar la estrategia tecnológica o por estigmatizar el uso de dispositivos digitales en la escuela y otros espacios educativos (Altamirano et al., 2010).

Pero no sólo tenemos la mediación humana como único recurso de mediación en procesos de aprendizaje, autores como Pea (2001) prefieren hablar de la inteligencia como una propiedad ejecutada; es decir, mediatizada a través de recursos externos, como son los instrumentos de apoyo, que la cultura y la sociedad ponen a nuestro alcance. En este orden de ideas, es también válido hablar de un entorno de mediación digital como instrumento de intervención para propiciar situaciones de aprendizaje.

---

<sup>34</sup> “Lo que no cabe en la escuela son los nuevos modos de leer y de escribir, que no quieren aceptar ni las Facultades, ni los Ministerios de Educación. Pues se sigue creyendo que lo único que se leen son libros aunque hoy los adolescentes lean muchos cómics, videojuegos y rock que son sus nuevas formas de escribir. Pero nuestro anacrónico sistema escolar que cree que la solución es meter la escuela en la televisión en lugar de meter la televisión en la escuela para que los alumnos aprendan a leer las trampas de los noticieros de televisión, la mediocridad de las telenovelas, la estupidez de montones de magazines y sepan apreciar lo poco que haya de valioso en la televisión” (Martín-Barbero, 2009).

Según Salomon, Perkins, & Globerson (1992) el efecto mediacional de las nuevas tecnologías en el aprendizaje puede ser de dos tipos: lo que se puede aprender con la tecnología y lo que se aprende de la tecnología. Cuando usamos una tecnología como instrumento de mediación para un proceso de aprendizaje, se está aprendiendo con la tecnología y de manera articulada, a las transformaciones cognitivas que ocurren por la interacción con las tecnologías, se le pueden llamar efectos de la tecnología (subproductos). Ambos son parte del mismo fenómeno.

Salomon (1992) señala que la influencia de las tecnologías sobre la mente puede ocurrir de cinco maneras:

- En la creación de metáforas que vienen a servir como "prismas cognitivos" a través de los cuales se examinan o interpretan los fenómenos.
- En la estimulación de nuevas diferenciaciones con la consecuente creación de nuevas categorías cognitivas.
- En la potenciación de la actividad intelectual
- En la potenciación de algunas de las habilidades específicas y la parcial extensión de otras.
- En la internalización de modos y herramientas simbólicas tecnológicas que sirven como herramientas cognitivas.

Si todo instrumento de mediación modifica siempre la tendencia natural al aprendizaje, un entorno digital, reconociéndose como herramienta de mediación, supone también un nuevo escenario para el desarrollo del aprendizaje. Por tanto, es necesario comprender que un entorno digital como instrumento de mediación añade un plus en el aprendizaje, pues no sólo se interactúa con un artefacto en el proceso de formación, sino que paralelamente se ejecuta la inteligencia, y con ella, las estrategias para aprender (Suárez, 2003).

### **3. Propuesta de mediación digital basado en principios conectivistas para tejer prácticas de aprendizaje**

La práctica de aprendizaje que se desarrolla para esta propuesta de mediación digital es Laboratorios de Bolsillo, una serie de actividades presenciales con maestros de diversas áreas que comienzan la construcción del artefacto de medida con materiales fáciles de adquirir y de bajo costo. El equipo elaborado para esta propuesta es una fotocompuerta<sup>35</sup>. Una vez construido el instrumento, se pone prueba con prácticas de laboratorio de física básica diseñadas para contextos curriculares de la educación básica y media.

---

<sup>35</sup> <http://ludifisica.medellin.unal.edu.co/recursos/physicssensor/hardware/fotocompuerta.pdf>

Para responder a la pregunta de investigación se implementó durante todas las sesiones de trabajo de la construcción de la fotocompuerta, una plataforma de mediación digital basada en principios conectivista y que vamos a llamar Entrenodos.

Laboratorios de bolsillo y Entrenodos se articulan con la participación de una comunidad de maestros y un equipo humano mediador. Tanto el desarrollo de las actividades que hacen parte de Laboratorios de Bolsillo como la implementación de Entrenodos como escenario de mediación se realizan de manera simultánea. Los principios conectivistas de Downes & Siemens (2009), la experiencia en mediación humana de Parque Explora y la mediación instrumental mencionada por Suárez (2003), se verán reflejados en el desarrollo de esta propuesta.

### **3.1 Laboratorios de Bolsillo**

Laboratorios de Bolsillo es una práctica de aprendizaje que aprovecha la masificación ciudadana del uso de teléfonos celulares inteligentes para construir escenarios educativos móviles, aplicables al desarrollo de prácticas experimentales y educativas en áreas como física, química, matemáticas, biología y otros saberes.

En la realización de las sesiones tipo taller que hicieron parte de la fase experimental en la construcción de la fotocompuerta, participamos 15 maestros de educación básica y media del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y tres mediadores del Parque Explora<sup>36</sup>.

#### **3.1.1 Los laboratorios de bolsillo y su efecto en las dinámicas de apropiación tecnológica como facilitador de experiencias conectivistas**

Algunas dificultades para implementar principios conectivistas en escenarios educativos han sido mencionadas por Kop (2011), las cuales se resuelven con la participación, en este caso, de maestros en la construcción de laboratorios de bolsillo como una experiencia presencial que cuenta con una mediación humana competente. Aunque los maestros que participan de los talleres no son expertos tecnológicos, las habilidades necesarias para abordar los retos que se presentan en la construcción del artefacto se van desarrollando por la colaboración, no sólo de los mediadores, sino de los mismos maestros compañeros. La retroalimentación de manera independiente y asincrónica a través de la participación en Entrenodos, promueve y busca desarrollar autonomías en cada uno de los participantes.

---

<sup>36</sup> Las maneras de abordar la mediación humana y la participación de los maestros se describen con mayor detalle en el capítulo 3.2 Entrenodos.



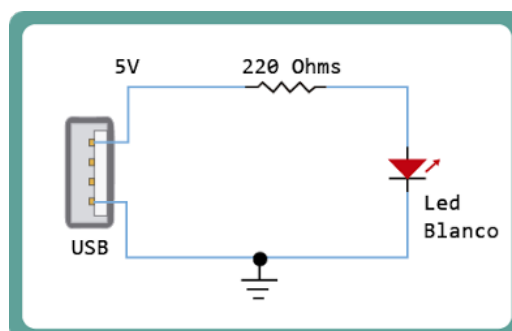
**Figura 5 Trabajo colaborativo presencial con maestros en la construcción de la fotoc compuerta de Laboratorios de Bolsillo**

Además, para abordar de otra forma los problemas de autonomía, como las maneras de aprender de forma independiente y facilitar el desarrollo de habilidades tecnológicas, los Laboratorios de bolsillo se presentan con unas características que motivan el sentido de pertenencia y la apropiación tecnológica (Castells, 1987):

- Son diseñados y elaborados por los mismos participantes.
- Pertenecen a sus propios constructores y no necesariamente a la institución educativa.
- Son de bajo costo y fáciles de replicar.
- Fáciles de almacenar y transportar.
- Se adaptan a diversas prácticas y contextos.

### **3.1.2 Construcción del instrumento de medida y su articulación con el teléfono celular**

Con base en el circuito de la Figura 6 se construyó una fotoc compuerta para medir intervalos de tiempo con muy alta exactitud y precisión y con apreciación del orden de milisegundos o menores, para realizar prácticas de laboratorio de física en educación básica, media y universitaria de alta calidad desde lo instrumental.



**Figura 6 Circuito para construir el sistema electrónico de la fotocompuerta**

### **Materiales del componente electrónico de la fotocompuerta**

1 Cable USB (Universal Serial Bus ) macho de 1.5 m (la otra terminal puede ser cualquiera).



**Figura 7 Cable USB para alimentar de energía la fotocompuerta**

1 LED (Light Emitting Diodes) blanco de chorro de 10 mm.



**Figura 8 Led Blanco para emitir la luz que será sensada por la fotorresistencia**

1 Resistencia de 220 Ohms.



**Figura 9 Resistencia del circuito eléctrico de la fotocompuerta**

1 Cable 1x1 con plug de audífono de 1.5 m a 2 m de largo.



**Figura 10 Plug de audifono para conectar la fotoc compuerta con la entrada de audio del celular**

1 Fotorresistencia (LDR: Light Dependent Resistor) de 10 mm de diámetro.



**Figura 11 Fotorresistencia para sensar la luz emitida por el Led Blanco**

Multímetro

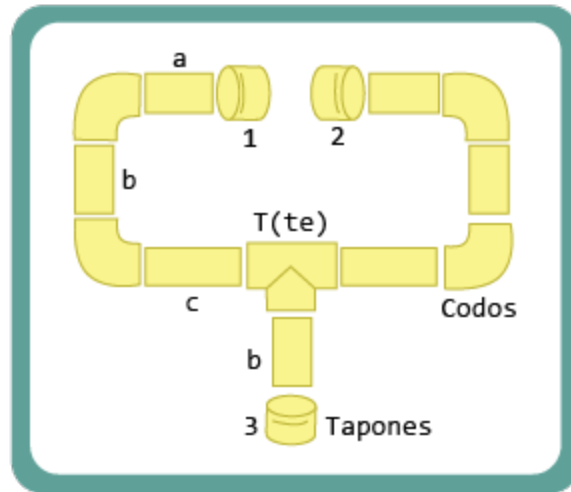


**Figura 12 Multímetro para medir las corrientes y voltajes emitidos por las partes eléctricas de la fotoc compuerta**

## **Materiales para la carcasa de la fotoc compuerta**

Tubería de media pulgada para agua caliente CPVC y cortada en:

- 2 segmentos de 2.5 cm (figura 13 a).
- 3 segmentos de 2.8 cm (figura 13 b).
- 2 segmentos de 4.5 cm (figura 13 c).



**Figura 13 Piezas de la carcasa de la fotoc compuerta**

Los tapones 1, 2 y 3 de la Figura 13 se perforan por el centro con diferentes brocas de taladro:

- Tapón 1 se perfora con la broca de  $1/16"$ .
- Tapón 2 se perfora con la broca de  $5/32"$ .
- Tapón 3 se perfora con la broca de  $5/16"$ .

## **Ensamble**

Se pasan los cables a través de la carcasa:

- Se toma el cable con el puerto USB macho de la Figura 7 y se corta la otra terminal.
- Se introduce el cable USB de la Figura 7 a través del tapón 3 de la Figura 13, se pasa por la estructura y se saca por el brazo que tiene el tapón 2 de la Figura 13.
- Se toma el cable 1x1 de la Figura 10 y se corta uno de los dos extremos.
- Se pasa el cable 1x1 de la Figura 10 por la estructura desde el tapón 3 de la Figura 13 hasta sacarlo por el brazo del tapón 1 de la figura 13.

Se introduce el LED dentro de los tubos de la fotoc compuerta, de tal manera que se pueda observar desde afuera.



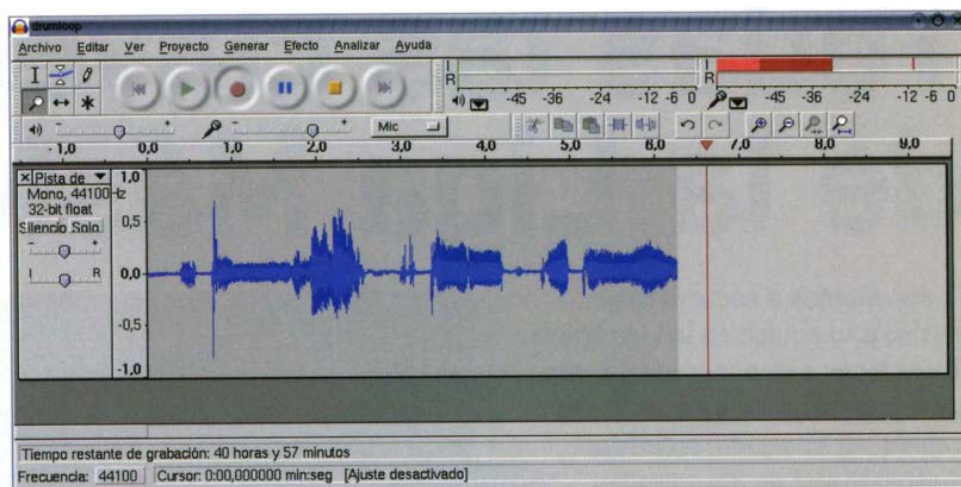
**Figura 14 Led dentro del tubo de la fotocompuerta**

Después de verificar que la fotorresistencia funciona, se introduce con el cable sobrante dentro de la fotocompuerta, de la misma manera que con el LED.



**Figura 15 Fotorresistencia dentro del tubo de la fotocompuerta**

Cuando todas las piezas están listas, se aprietan todas las partes de la tubería, se pone el tapón 1 de la Figura 13 a la fotorresistencia y el tapón 2 de la figura 13 al LED. Para comprobar que la fotocompuerta funciona correctamente, se conecta a un puerto USB y a una entrada para micrófono de algún computador y se obstaculiza el paso de luz infrarroja (Invisible a simple vista) entre la fotorresistencia y el LED. Se usa un software de edición de sonido (por ejemplo Audacity<sup>37</sup>), se deben observar picos formados por la interrupción de la luz del LED al llegar a la fotorresistencia.



**Figura 16 Picos formados por la interrupción de la luz infrarroja visualizados con el software Audacity**

<sup>37</sup> <http://audacity.es/>



En vez de usar un computador o dispositivos a la medida<sup>38</sup> para procesar y visualizar la información obtenida desde sensores, se propone el uso de teléfonos inteligentes con sistema operativo Android. El sistema operativo Android es libre, funciona con diversidad de equipos y cuenta con una amplia comunidad de desarrolladores, lo que favorece construir procesos educativos incluyentes (Cuerva García, 2012). Además, el teléfono celular no sólo es el dispositivo digital más personal que existe, característica que favorece procesos de apropiación (Castells, 1987), sino que cuenta con sensores integrados e integrables de campo magnético, aceleración, presión atmosférica y otras magnitudes, para ser usados en diversas prácticas educativas (Aristizábal, 2015).



**Figura 17 Fotocompuerta con todas las partes ensambladas**

Para usar la Fotocompuerta, se utiliza una aplicación de Android que permite a través de un Sonoscopio virtual de 44 kHz, medir intervalos de tiempo a partir de señales que van a la tarjeta de sonido del celular, así como medir frecuencias a partir de la medida de períodos. La señal viaja desde la fotocompuerta hasta el celular, a través del cable 1x1 de la figura 10. La aplicación se llama PhysicsSensor, es de libre uso y es desarrollada por docentes de la Escuela de Física de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

---

<sup>38</sup> Como los que tienen equipos de laboratorio de empresas como Phywe y Pasco



Figura 18 Sonoscopio de PhysicsSensor en Android

### 3.1.3 Diseño y elaboración de Laboratorio de Bolsillo como práctica de aprendizaje adaptable a principios conectivistas

La práctica se diseñó para ser realizada de manera presencial, pero con las características necesarias para que se pudiera replicar en diversos contextos por las personas que siguen las sesiones en formato virtual, tanto en modo sincrónico como asincrónico. Las sesiones se alojaron en un sitio web y buscaban no sólo retroalimentar los aprendizajes de las personas que participaron del formato presencial, sino también conectar a otros participantes que no actuaron de forma directa del formato presencial y que estaban invitadas a replicar la práctica de la misma manera o con los transformaciones necesarias para obtener experiencias contextualizadas y adaptadas a sus necesidades educativas (Sánchez, 1999).

Se partió de una temática, en este caso, movimiento en caída libre. Los contenidos se tomaron de libros de texto y de Internet, pero fueron simplificados para no cargar de mucha información los temas de la práctica. Para el caso de necesitar abarcar más información, se anexaron referencias para que los participantes consultaran por sí mismos<sup>39</sup>.

La práctica de aprendizaje se dividió en sesiones y por ser una experiencia alojada en la web, no fueron muchas. Ocho sesiones es un buen número para tomar como referencia y para el caso se diseñaron cinco. Cada sesión contenía elementos<sup>40</sup> comunicativos pertinentes tanto para el formato presencial como para el virtual. Algunos elementos fueron:

- Presentación tipo Power Point con más contenido gráfico que texto.
- Audios y/o videos que podrían o no, estar insertados en la presentación.

<sup>39</sup> Saber dónde buscar la información es más importante que tener la información (Siemens, 2004).

<sup>40</sup> En el capítulo 3.2 se mencionan otros elementos propios de Entrenodos

- Teléfonos celulares<sup>41</sup> para que los participantes hicieran sus propios registros e interactuaran en sus redes sociales con otros participantes presenciales y virtuales<sup>42</sup>. La interacción en redes sociales incluía un *hashtag*<sup>43</sup> propio de la práctica, para hacer seguimientos de la experiencia en modo sincrónico y asincrónico.
- El uso del *hashtag* llevaba implícito la necesidad de contar con un espacio en alguna red social como Facebook, Twitter o Instagram<sup>44 45</sup>.

El aprendizaje es el proceso de conectar nodos o fuentes de información (Siemens, 2004), por tanto las sesiones de la práctica de aprendizaje se alojaron en un sitio web, no sólo para montar los contenidos de la práctica, sino también para que los estudiantes participaran antes, durante y después de la experiencia educativa con sus teléfonos celulares y a través de sus redes sociales. Se usó un sitio tipo wiki<sup>46</sup> para que todos participaran en la construcción de los contenidos.

Los participantes no sólo desarrollaron el instrumento de medida, equipo de laboratorio o pieza para el laboratorio de bolsillo. Se proponía que de manera individual o colectiva, se registraran a través de audiovisuales los diferentes momentos que se vivieron durante las sesiones de trabajo. De manera paralela, los participantes compartieron sus registros en medios digitales como *blogs* y redes sociales, lo que permitió la retroalimentación por parte de otros usuarios y la dinamización de la comunidad.

### 3.2 Entrenodos

Entrenodos fue un experimento educativo de Parque Explora<sup>47</sup> para conectar experiencias entre comunidades urbanas y rurales con escenarios digitales y presenciales, por medio de cursos abiertos basados en principios conectivistas y con el objetivo de construir aprendizaje en red. Nació en octubre de 2012 con el propósito de ofrecer a maestros de Antioquia, cursos masivos abiertos en línea basados en la

<sup>41</sup> El teléfono celular ejecuta dos roles. El primero como parte del Laboratorio de Bolsillo y el segundo como medio de comunicación.

<sup>42</sup> En modo sincrónico o asincrónico.

<sup>43</sup> Etiqueta de metadatos para seguir las conversaciones a través de las redes sociales en la web. Durante esta experiencia se usó el hashtag #LaboratoriosDeBolsillo

<sup>44</sup> La red social más usada en esta experiencia fue [plus.google.com](http://plus.google.com)

<sup>45</sup> [www.facebook.com](http://www.facebook.com), [www.twitter.com](http://www.twitter.com), [www.instagram.com](http://www.instagram.com).

<sup>46</sup> Mientras Downes ha usado servicios como grosshopperl, el profesor Diego Leal usó para la experiencia EAFIT GRYC09 el servicio de <http://www.pbworks.com/>. Laboratorios de Bolsillo se montó sobre Google Sites por ser un servicio abierto que integra muy bien otros servicios como Hangouts y Youtube que son fundamentales para el desarrollo de Entrenodos. Además, a diferencia de servicios como Moodle, que tienen un costo de soporte técnico y alojamiento, Google Sites no tiene estos costos, lo que facilita procesos de replicación por parte de maestros y estudiantes.

<sup>47</sup> [Parque Explora Medellín // Parque Explora](#)

experiencia MOOC de EAFIT GRYC09 (Leal, 2009), en el marco del programa Antioquia Digital<sup>48</sup>.

Se desarrolló sobre varios servicios de Google como Google Sites<sup>49</sup>, Google Plus<sup>50</sup> y Hangouts<sup>51</sup> y evolucionó de manera paralela con la actualización de las herramientas de Google. Se seleccionaron las plataformas de Google para facilitar la replicación de las experiencias por parte de los participantes en sus propios contextos, porque si bien existen otros servicios como Moodle o Blackboard para realizar experiencias similares, los recursos iniciales necesarios para implementar estas plataformas son más complejos<sup>52</sup>.

Otra alternativa que se pudo haber usado para construir la experiencia de Entrenodos fue la que se vivió en GRYC09, en donde la wiki se integraba con los blogs de los participantes a través de agregadores web y para los encuentros sincrónicos se usaba una plataforma de videoconferencia con recursos apropiados para hacer una charla educativa, pero para el caso, se prefirió tener todos los servicios necesarios de manera integrada como los ofrece Google<sup>53</sup>.

Los cursos iniciales fueron Astronomía, Biodiversidad y Procesos Creativos, líneas temáticas de gran relevancia para esos momentos en Parque Explora y para el año 2013 se desarrollaron otros cursos en conjunto con Antioquia Digital, pero fue en el año 2014<sup>54</sup> donde se articularon las experiencias que conciben esta investigación, Entrenodos y Laboratorios de Bolsillo. Hubo dos diferencias trascendentales entre los cursos que se ofrecieron inicialmente y la experiencia educativa de 2014. La primera fue que los cursos de 2012 y 2013 eran completamente virtuales, mientras que los de 2014 tenían presencialidad. La segunda diferencia es que para 2014 se insertaron tecnologías digitales como varias cámaras, teléfonos celulares y consolas de sonido que enriquecieron la experiencia<sup>55</sup>.

---

<sup>48</sup> Antioquia Digital es la estrategia digital de la Gobernación de Antioquia desde 2012 hasta 2015

<sup>49</sup> <https://sites.google.com>

<sup>50</sup> <https://plus.google.com/>

<sup>51</sup> <https://hangouts.google.com/>

<sup>52</sup> En caso de contar con servidores, se necesitan conocimientos básicos en seguridad, manejo de bases de datos y servidores, además de buena conectividad. Cuando no se tienen servidores, es necesario pagar a un tercero para montar la plataforma como un SaaS.

<sup>53</sup> En este tipo de experiencias existe el peligro que los servicios dejen de funcionar o sean comprados por otros. Una marca como Google no garantiza que esto no ocurra, pero sí tiende a ser más estable que otras.

<sup>54</sup> En el 2014 ya no había relación de Entrenodos con Antioquia Digital

<sup>55</sup> Paralelo a Laboratorios de Bolsillo, se ofrecieron experiencias similares de Astronomía y Biodiversidad.

La evolución de Entrenodos, las tecnológicas que se fueron desarrollando y la propuesta de mediación digital basada en principios conectivistas para la articulación de Entrenodos con Laboratorios de Bolsillo, se comunican a continuación.

### 3.2.1 Evolución de Entrenodos

Se describe la evolución de Entrenodos en tres fases. La primera fase de Entrenodos comienza en octubre de 2012 y se montó sobre los servicios de Google Sites y Google Plus. Google Sites se usó como plataforma tipo Wiki e inicialmente se daban privilegios de edición a todos los participantes. Google Sites pretendía no sólo ser un escenario de consulta y participación, sino también un espacio para consolidar una comunidad en red. La experiencia no fue relevante por la falta de participación en este escenario y se concluye que una wiki no está diseñada para convocar usuarios en modo comunidad.

En esta primera fase, Google Plus se usó para establecer encuentros sincrónicos a través de Hangouts. El servicio de Hangouts no existía de manera independiente, pero sí como una opción dentro de Google Plus que permitía hacer un *streaming* vinculado a Youtube para desarrollar los encuentros sincrónicos. Adicionalmente estas sesiones quedaban grabadas en Youtube<sup>56</sup> para ser consultadas de forma asincrónica.

La segunda fase se desarrolló en el año 2013 y se implementó el servicio de comunidades de Google Plus a cambio del espacio de participación en Google Sites. Por ejemplo, como se observa en la Figura 19 para el caso de Astronomía, se creó una comunidad llamada Astronomía Ciudadana. Los participantes consultaban los contenidos a través de Google Sites, pero interactuaban en la Comunidad y participaban de los encuentros sincrónicos en Hangouts.

La comunidad sigue activa a la fecha<sup>57</sup> y después de dos años sin modalidad sincrónica, existen evidencias que muestran algunos miembros participando de manera autónoma<sup>58</sup>. Si bien la autonomía se puede tomar como indicador de la probable existencia de una comunidad en red (Londoño, 2002), esto no garantiza que existan procesos de aprendizaje, por lo que se hace necesario nutrir y sostener las conexiones para facilitar el aprendizaje continuo (Siemens, 2005a).

---

<sup>56</sup> <https://www.youtube.com/>

<sup>57</sup> Octubre de 2015

<sup>58</sup> Las últimas participaciones visibles en modo incógnito son del 2 de julio, 29 de junio y 22 de junio de 2015. Se pueden ver algunas interacciones en modo incógnito y aunque toda la experiencia es abierta, por disposición de Google Plus es necesario vincularse a la comunidad para ver todas las interacciones. Como usuario vinculado se pueden ver interacciones de agosto y septiembre de 2015. La participación en la comunidad se puede consultar en el enlace <https://goo.gl/6FPyne>

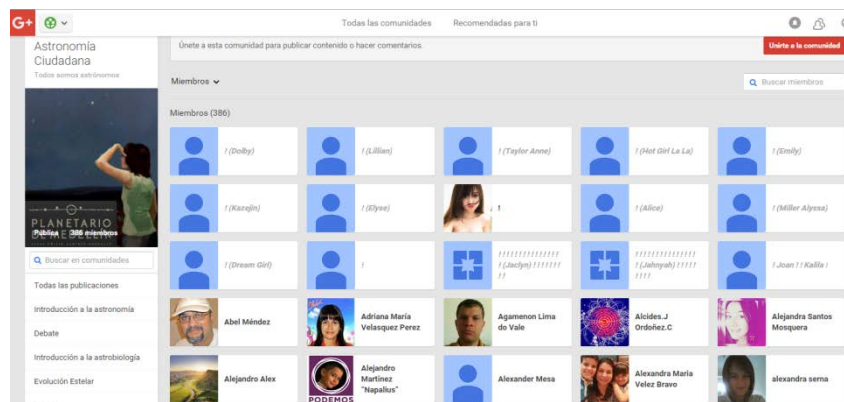


Figura 19 Miembros de la comunidad Astronomía Ciudadana en Google Plus<sup>59</sup>

Tabla 2 Conclusiones de la primera y segunda fase de Entrenodos en función de los servicios tecnológicos usados.

Evolución de Entrenodos	Servicios tecnológicos	Conclusión
<b>Primera fase</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Google Sites para alojar contenidos y generar interacciones</li> <li>Hangouts en Google Plus para encuentros sincrónicos</li> </ul>	Una herramienta tipo wiki no es útil para alojar una comunidad en red
<b>Segunda fase</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Google Sites para alojar contenidos</li> <li>Comunidades en Google Plus para facilitar interacciones</li> <li>Hangouts en Google Plus para encuentros sincrónicos</li> </ul>	Los servicios diseñados especialmente para alojar comunidades en red, facilitan las interacciones a largo plazo.

Si bien hubo experiencias previas como la de Wiley (2007)<sup>60</sup>, uno de los referentes más significativos es *Connectivism and Connective Knowledge* de Downes & Siemens (2009), un curso que usaba Wikispaces<sup>61</sup> para alojar sus contenidos junto con otra herramienta para agregar los blogs de los participantes con sus interacciones. Pero lo más parecido a estas dos primeras fases de Entrenodos era el curso GRYC09 ofrecido en EAFIT por el profesor Leal (2009). Las interacciones se daban en los blogs con los comentarios que hacíamos entre todos con las entradas de cada participante. Las sesiones sincrónicas se realizaban con una herramienta llamada Elluminate<sup>62</sup> para participar en tiempo real entre todos los participantes en un ambiente más cercano a la presencialidad y hubo también un par de encuentros presenciales en la Universidad

<sup>59</sup> Este aspecto es el que tiene la comunidad en octubre de 2015 con 386 miembros. El diseño inicial era diferente y contaba con 50 participantes aproximadamente.

<sup>60</sup> [http://www.opencontent.org/wiki/index.php?title=Intro\\_Open\\_Ed\\_Syllabus](http://www.opencontent.org/wiki/index.php?title=Intro_Open_Ed_Syllabus)

<sup>61</sup> <https://www.wikispaces.com/>

<sup>62</sup> Elluminate era independiente en el año 2009 y posteriormente fue adquirido por [www.blackboard.com](http://www.blackboard.com)

con los estudiantes en modo formal<sup>63</sup>. Otro tipo de interacciones sincrónicas y asincrónicas se desarrollaron a través de servicios sociales como Twitter.



---

#### El papel de la tecnología en las organizaciones y desorganizaciones cotidianas

**IMPORTANTE:** Este curso no está siendo ofrecido formalmente en este momento.

Sin embargo, usted puede acceder a toda la información de actividades si desea desarrollar el curso de manera independiente.

#### Presentación del curso

Bienvenido a GRYC, un curso abierto de posgrado ofrecido dentro del programa de maestría en Ingeniería de la [Universidad EAFIT](#) (Medellín, Colombia), que se ofrece en modalidad virtual (en línea).

GRYC es un curso introductorio, que le permitirá explorar una serie de conceptos que subyacen a algunas formas de organización social cuyo estudio ha cobrado relevancia reciente con la aparición de diversas tecnologías informáticas (y otras que nos han acompañado durante mucho más tiempo). El curso propone discusiones alrededor de las características, formas en las que emergen, evolucionan y desaparecen grupos, redes y comunidades, con un enfoque hacia las formas en las cuales pueden diseñarse procesos que propicien uno u otro tipo de organización, y alternativas para gestionar su desarrollo e información. La misión de los participantes en el curso es desarrollar habilidad para reconocer estas estructuras en su entorno personal y profesional, identificar y poner en marcha acciones tendientes a potenciar su desarrollo y evolución, y apropiar el lenguaje y conceptos propios del área.

**Figura 20** Fragmento de página del sitio GRYC09 tomado de <http://gryc09.pbworks.com>

La tercera fase de Entrenodos que se realizó en el año 2014 es la que responde mejor a la pregunta de investigación, especialmente la experiencia articulada a Laboratorios de bolsillo. Los cambios más relevantes fueron:

- Se convocó un grupo de maestros para participar en modo presencial, continuando igualmente con el modo virtual.
- Se introdujeron otros elementos tecnológicos para mejorar la experiencia de los participantes presenciales y virtuales<sup>64</sup>.
- La mediación del curso la hicieron tres personas con roles distintos en vez de un facilitador como en las dos fases anteriores.
- Adicional a Google Plus, se usaron redes sociales como Facebook y Twitter.

Los profesores convocados hacían parte de la Red de Maestros Amigos del Parque

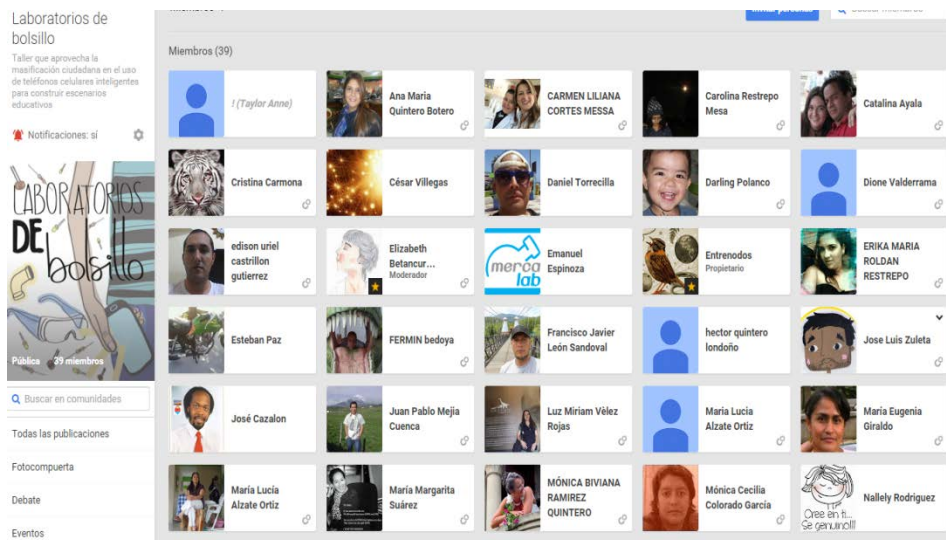
---

<sup>63</sup> Estudiantes matriculados en algún programa de la Universidad EAFIT

<sup>64</sup> Los detalles se describen en el capítulo 3.2.2



Explora (MAE) y participaron de la experiencia un grupo de 15 docentes de diversas áreas del conocimiento y no sólo de Ciencias Naturales o Tecnología. La Figura 21 muestra algunos participantes presenciales y virtuales de la práctica de aprendizaje de Laboratorios de Bolsillo en Entrenodos.



**Figura 21 Comunidad de Laboratorios de Bolsillo en Google Plus**

La experiencia fue diseñada para ser realizada en cinco sesiones, pero por la complejidad en las sesiones relacionadas con la construcción del equipo de laboratorio, se extendió a siete. De manera virtual hubo maestros de municipios de Antioquia como Bolívar y de países como Venezuela, pero la experiencia presencial potenció la participación en cada una de las sesiones porque los maestros se convirtieron en replicadores de las actividades realizadas y hasta ellos mismos de manera autónoma hicieron su propio proceso de registro y evaluación<sup>65</sup>.

Cabe anotar que dentro de la evolución de Entrenodos se dió la evolución del servicio de Hangouts de Google, que innovó con una consola virtual para conmutar las cámaras de video y se obtuvo una producción menos plana que las que inicialmente se hacían con una sola cámara. Estos elementos y otros que se mencionan en los capítulos 3.2.2 y 3.2.3, terminan por consolidar el ecosistema digital de Entrenodos.

<sup>65</sup> La profesora María Lucía Alzate realizó un video al final de todas la sesiones que se puede consultar en <https://goo.gl/bVSde7>



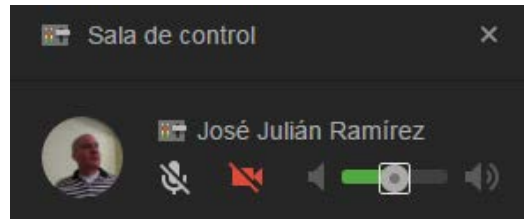


Figura 22 Consola virtual para conmutar cámaras en Hangouts de Google

 <b>1</b> <b>Mediación digital</b>	 <b>Hangout</b> SOCIALIZACIÓN 	<b>Mediadores</b>  Juan Guillermo Muriel Licenciado en matemáticas y física de la Universidad de Antioquia. <a href="#">Juan Muriel</a> <a href="#">@parqueexplora.org</a>  José Julián Ramírez Ingeniero Físico de la Universidad Nacional de Colombia. <a href="#">Julian ramirez</a> <a href="#">@parqueexplora.org</a>  Elizabeth Betancur A. Comunicadora audiovisual y multimedial de la Universidad de Antioquia. <a href="#">elizabeth.betancur</a> <a href="#">@parqueexplora.org</a>
 <b>2</b> <b>Fotocompuerta</b> (Sistema Electrónico)	 <b>Hangout</b> SOCIALIZACIÓN 	
 <b>3</b> <b>Fotocompuerta</b> (Ensamble)	 <b>Hangout</b> SOCIALIZACIÓN 	
 <b>4</b> <b>Aplicaciones Móviles</b>	 <b>Hangout</b> SOCIALIZACIÓN 	
 <b>5</b> <b>La medida</b> (Uso de la Fotocompuerta)	 <b>Hangout</b> SOCIALIZACIÓN 	

Figura 23 Página inicial de Laboratorios de Bolsillo en Entrenodos

La evolución de Entrenodos no termina con los aspectos tecnológicos. Aparecieron también tres mediadores que van a sustituir o complementar el facilitador que se venía presentando en las dos fases anteriores. La articulación entre estos tres mediadores va a determinar el modelo de mediación para esta propuesta.

**Tabla 3 Tecnologías que fueron introducidas para la tercera fase de Entrenodos.**

<b>Tecnologías</b>	<b>Contenidos</b>	<b>Prácticas</b>	<b>Socialización</b>
<b>2 micrófonos y una consola de sonido</b>	Mejóro la experiencia de sonido para el público virtual.	Se obtenían registros personalizados durante el desarrollo de cada sesión.	Los mismos maestros tomaban la palabra para compartir sus experiencias en tiempo real.
<b>Una cámara adicional</b>	Tener varios planos en una producción mejora la experiencia para el usuario que que sigue el streaming o ve los videos.	Se pudo llegar al detalle de la experiencia con planos complementarios al general.	Las cámaras de los celulares de los participantes también se sumaron a la construcción colaborativa de la experiencia.
<b>Facebook y Twitter</b>	Facebook y Twitter se convierten en extensiones para alojar otro tipo de contenidos.	Se busca que los maestros incorporen la participación en redes sociales dentro de sus prácticas	Los participantes compartían sus experiencias con el hashtag #LaboratoriosDeBolsillo
<b>Eventos de Google</b>	Eventos de Google es un servicio que apareció en Google Plus para convocar los participantes. El espacio de convocatoria se convierte en otro contenido porque comunica aportes antes y después de la experiencia.	Cada uno de los momentos de la práctica se anclaban con una frase relacionada para realizar una especie de pietaje dentro de la producción del video en tiempo real	Los participantes realizaban sus preguntas y comentarios en tiempo real y posteriormente era más fácil consultarlos <sup>66</sup> .  Contar con momentos específicos permite compartir en redes lo que se quiere.

El primer mediador que apareció en esta tercera fase era responsable de los aspectos disciplinares y metodológicos de la experiencia. Asumió un rol similar a la del profesor tradicional y se encargó de preparar los contenidos, construir las unidades didácticas y el diseño instruccional en relación con los estándares y el currículo.

El segundo mediador fue responsable de hacer registros audiovisuales e interactuar con los públicos a través de las redes sociales. Las interacciones no sólo se dieron en modo sincrónico, también antes y después de las actividades se generaron conversaciones. Este mediador fue muy similar a un Gestor de Comunidades o Community Manager y debió contar con habilidades comunicativas para manejar las dinámicas que se movían en las redes sociales.

El tercer mediador fue responsable de configurar el ecosistema tecnológico de la experiencia. Tenía dispuestos todos los equipos necesarios para la práctica, materiales, herramientas, la configuración de las mesas de trabajo, los computadores,

<sup>66</sup> Por eso se insertan etiquetas para anclar momentos de la experiencia con una frase que describa lo que sucede. La Figura 24 muestra un video de Youtube con un conjunto de etiquetas propias de los Eventos de Google. No es necesario ver todo el video, basta con hacer clic sobre el tema de interés y el video lo dirige al momento donde ocurre. La experiencia se puede consultar en <https://goo.gl/A91O45>.

cámaras, pantallas o proyectores, micrófonos, la conectividad y la plataforma tipo wiki articulada con las redes sociales que se iban a usar. Durante la experiencia este mediador estuvo al tanto de la consola virtual de video, de la consola de sonido y de las interacciones que se generaban en el espacio de Hangouts en tiempo real y que no estaban a cargo del Gestor de Comunidades<sup>67</sup>. Es importante resaltar que este rol no sólo debió tener habilidades tecnológicas, sino que debía saber muy bien el objetivo educativo de la práctica de aprendizaje, pues a su vez era la persona que estaría introduciendo las frases para etiquetar<sup>68</sup> los momentos de la experiencia a través de la herramienta de Eventos de Google, en donde era normal que aparecieran preguntas y comentarios de participantes en modo virtual. Por las características funcionales de este mediador, lo hemos llamado Edu Jockey, pues tenía comportamientos similares a un Disc Jockey con sus consolas, computadores y discos.

Era normal que en las primeras sesiones de la experiencia estos roles fueran fijos, pero en el transcurso de las sesiones, estos roles los fueron asumiendo también los mismos participantes, de tal manera que se generaron procesos de mediación colectiva similares a los del Parque Explora, en donde todos los participantes, según sus intereses y contextos, asumieron uno o varios de los tres roles de mediación descritos.



**Figura 24** Pietaje de la producción audiovisual con las etiquetas de frases para cada momento de la experiencia

### 3.2.2 Ecosistema tecnológico para la propuesta de mediación digital

La base para configurar el ecosistema tecnológico de esta propuesta está en el modelo de mediación que se configuró a partir de la articulación de los tres mediadores: El profesor, el Gestor de Comunidades y el Edu Jockey. Pero antes de abordar el tema, hagamos una breve reseña que nos permita tener una contextualización del fenómeno tecnológico en la educación.

<sup>67</sup> Como la consola virtual es un servicio de Hangouts, era complejo que el Gestor de Comunidades estuviera al tanto. Además, el Gestor de Comunidades debía insertarse dentro de las actividades y no tendía la manera de conmutar el audio y el video.

<sup>68</sup> La Figura 24 muestra a su derecha como se etiquetaron las frases a los momentos exactos de la experiencia. El video se dirige al momento exacto elegido cuando un usuario en modo asincrónico le da clic a la etiqueta y así, no tiene la necesidad de ver todo el video.

## Antecedentes

Los orígenes más reconocidos del uso de recursos tecnológicos para procesos formativos se asocian con la formación militar en Estados Unidos para la Segunda Guerra Mundial. Este enfoque que posteriormente se conoció como Tecnología Educativa, surgió de la necesidad de formar ciudadanos en masa y en poco tiempo para la guerra (Area, 2004). Pero la configuración de la Tecnología Educativa como un campo de estudio para la educación se desarrolló en los años cincuenta por fenómenos como la proliferación de medios masivos como radio y televisión, el desarrollo de conocimientos formales sobre el aprendizaje bajo parámetros conductistas y los métodos de producción industrial. Aunque fue en la década de los setenta cuando la Tecnología Educativa tuvo su mayor auge.

Se creía pues que las nuevas tecnologías de aquella época tenían la capacidad por sí mismas de incrementar la calidad y eficacia del sistema educativo. Este supuesto, que aún hoy en pleno siglo XXI sigue vigente en algunos campos, se vio corroborado por la aparición de las "máquinas de enseñar" que Skinner y otros autores habían diseñado bajo los principios de la enseñanza programada. Bloom, Gagné, Tyler y otros autores clásicos habían sentado las bases teóricas con los principios y procedimientos necesarios para que el diseño de la enseñanza no fuera una actividad intuitiva y artesanal, sino que debía contar con el rigor y la sistematización necesaria que permitiera la elaboración de recursos multimedia educativos para mejorar tecnológicamente la enseñanza (Area, 2004).

A finales de los setenta y especialmente en la década de los ochenta comienzan a surgir numerosos cuestionamientos, reflexiones, críticas y descalificaciones en torno a lo que había sido la evolución de la Tecnología Educativa. (Hawkrigde, 1981) ofrece una de las revisiones teóricas más interesantes en torno a la Tecnología Educativa. En resumen, las críticas que Hawkrigde cuestiona, entre otras cosas, es el enfoque que presenta como una analogía industrial sobre el pensamiento y las prácticas educativas y la creencia de que la psicología conductista de Skinner y Colbs, eran la base científica para diseñar programas instructivos.

La Tecnología Educativa en el siglo XXI tiene otra perspectiva. La aparición de Internet ante la sociedad y la masificación de dispositivos digitales han generado cambios sociales significativos. Paralelamente también se generan y comunican estudios e investigaciones que continuamente permiten la reflexión y la crítica en favor de consolidar propuestas relevantes y apropiadas.

Sin embargo, aún hoy continúa el problema de instrumentalizar la educación, es decir, se siguen haciendo las mismas prácticas educativas, pero esta vez apoyados con

recursos tecnológicos (Altamirano et al., 2010). Cambiamos un tablero de tiza por uno digital, pasamos de leer libros en papel a usar *tablets*, cambiamos el aula de clase por una plataforma digital que permite hacer lo mismo de forma automática, pero la práctica de aprendizaje permanece tal cual.

Según Area (2004) los temas de estudio y de conocimiento de la Tecnología Educativa actualmente son los siguientes:

- Las metas, la naturaleza y el sentido de la educación (tanto en el ambiente escolar como en el no formal) en un contexto social y cultural caracterizado por el predominio de las nuevas tecnologías y los medios de comunicación de masas.
- Las aplicaciones y potencial pedagógico de los medios y recursos tecnológicos que pueden ser usados en los procesos de enseñanza-aprendizaje tanto en la modalidad de educación presencial como a distancia.
- El papel y los efectos de las tecnologías y medios en la configuración y difusión de la cultura y conocimiento y en el desarrollo de los proyectos, experiencias y programas educativos innovadores.

## Ecosistema tecnológico

En esta propuesta los roles de mediación no son absolutos y las fronteras entre ellos no son completamente definidas, pero contrario a otras posturas, esta propuesta debe ser suficientemente flexible como para permitir la participación de un profesor que no sepa, no quiera o no pueda relacionarse con recursos tecnológicos.

**Tabla 4 Tecnologías básicas asociadas a cada uno de los roles de mediación y al escenario de práctica**

Rol del mediador	Profesor	Edu Jockey	Gestor de comunidades
Tipo de contenido	Conceptual	Práctico	Socialización
Tecnologías para cada mediador	Micrófono de solapa Audífonos	Computador Micrófono Audífonos Consola de sonido Consola de video Plataforma tipo wiki Videoconferencia	Computador Teléfono celular Redes sociales
Tecnologías para el escenario	Conectividad a internet, Video Beam o Televisor de más de 50 pulgadas, un micrófono inalámbrico y cámaras <sup>69</sup>		

<sup>69</sup> Los micrófonos pueden ser tantos como sean posibles y necesarios. Las cámaras se deben conectar a Internet

### 3.2.3 Entrenodos como modelo de mediación digital

Esta investigación propone a Entrenodos como modelo de mediación que sirva como base para diseñar y desarrollar prácticas de aprendizaje. Las tablas 5, 6 y 7 describen como cada una de las acciones que realizan los mediadores de Entrenodos se articulan con elementos del ecosistema digital en relación a principios conectivistas.

**Tabla 5 Descripción de cada uno de los elementos del ecosistema tecnológico para cada acción que realiza el mediador profesor en relación con los principios conectivistas a los que se responde**

	Profesor		
	Acción	Tecnología	Principios conectivistas
<b>Antes</b>	Seleccionar los contenidos del curso, diseñar la unidad didáctica y montar los contenidos	Se sugiere el uso de una plataforma tipo wiki.  Entrenodos usó Google Sites	Saber dónde buscar la información es más importante que tener la información  La toma de decisiones es en sí un proceso de aprendizaje
	Responder a las preguntas que los participantes realizan antes de cada sesión sincrónica	Plataforma para alojar comunidad y redes sociales.  Entrenodos usó Google Plus, Facebook y Twitter	Es necesario nutrir y sostener las conexiones para facilitar el aprendizaje continuo  La habilidad para ver las conexiones entre ideas y conceptos es la clave para construir el conocimiento
<b>Durante</b>	Participar del proceso de facilitación en las actividades del curso	El profesor debe tener un micrófono, preferiblemente de solapa, para que el audio del streaming sea óptimo.	Es necesario nutrir y sostener las conexiones para facilitar el aprendizaje continuo
	Responder a las preguntas que hacen los usuarios en modo virtual.	Se sugiere que el profesor tenga audífonos para escuchar las preguntas que hacen los participantes en modo virtual y que reproduce el Edu Jockey o el Gestor de Comunidades.	La habilidad para ver las conexiones entre ideas y conceptos es la clave para construir el conocimiento  La toma de decisiones es en sí un proceso de aprendizaje
<b>Después</b>	Responder a las preguntas que los participantes realizan después de cada sesión sincrónica	Plataforma para alojar comunidad y redes sociales.  Entrenodos usó Google Plus, Facebook y Twitter	Saber dónde buscar la información es más importante que tener la información
	Evaluar la experiencia con el equipo de mediadores.	Se deben revisar los comportamientos de los recursos tecnológicos durante cada sesión.	

El modelo de mediación es una propuesta de equipo. Cuando el profesor no pueda, no quiera o no sepa realizar alguna acción se debe apoyar en los otros dos mediadores.

**Tabla 6 Descripción de cada uno de los elementos del ecosistema tecnológico para cada acción que realiza el mediador Edu Jockey en relación con los principios conectivistas a los que se responde**

	<b>Edu Jockey</b>		
	<b>Acción</b>	<b>Tecnología</b>	<b>Principios conectivistas</b>
<b>Antes</b>	Montar la plataforma virtual para alojar los contenidos y generar la articulación con los espacios sociales.	La wiki debe estar articulada con los servicios sociales a través de alguna aplicación, sistema de agregación y con un hashtag que identifique la experiencia.	El aprendizaje es el proceso de conectar nodos o fuentes de información
	Disponer el espacio presencial donde se realiza la práctica de aprendizaje con los recursos necesarios para la actividad.	Se debe revisar la conectividad, tanto eléctrica como de Internet. Se configura la disposición espacial del sitio de trabajo y se preparan los materiales necesarios.	El aprendizaje puede residir en entidades no humanas
<b>Durante</b>	Gestionar el espacio de videoconferencias	Para el caso de Entrenodos se usó Hangouts de Google.	El aprendizaje es el proceso de conectar nodos o fuentes de información
	Conmutar el audio y el video que se genera durante cada sesión presencial sincrónica con las consolas de audio y video.	Se sugiere que el profesor tenga audífonos para escuchar las preguntas que hacen los participantes en modo virtual y que reproduce el Edu Jockey o el Gestor de Comunidades.	El aprendizaje puede residir en entidades no humanas
	Realizar el pietaje del contenido que se comunica vía streaming.	Para el caso de Entrenodos se usó la aplicación de Eventos de Google que se articula con los Hangouts	Es necesario nutrir y sostener las conexiones para facilitar el aprendizaje continuo
	Comunicar al mediador profesor las preguntas que realizan los participantes en modo virtual	Para el caso de Entrenodos se usó la aplicación de Eventos de Google que se articula con los Hangouts	La habilidad para ver las conexiones entre ideas y conceptos es la clave para construir el conocimiento
<b>Después</b>	Evaluar los aciertos y dificultades que se presentaron durante el encuentro sincrónico para mejorar la experiencia posterior.	El Edu Jockey es responsable de solicitar soporte tecnológico a terceros para resolver las dificultades que se hayan presentado.	La toma de decisiones es en sí un proceso de aprendizaje

Se insiste en esta propuesta que uno de los retos de toda práctica de aprendizaje es que los participantes adquieran el gusto por asumir cualquiera de los tres roles de mediación y que en algún momento lo hagan.

**Tabla 7 Descripción de cada uno de los elementos del ecosistema tecnológico para cada acción que realiza el mediador Gestor de Comunidades en relación con los principios conectivistas a los que se responde**

	<b>Gestor de Comunidades</b>		
	Acción	Tecnología	Principios conectivistas
<b>Antes</b>	Diseñar las piezas gráficas y audiovisuales para apoyar la comunicación de la práctica de aprendizaje antes, durante y después.	Youtube, Audacity y Software de diseño tipo Illustrator	La habilidad para ver las conexiones entre ideas y conceptos es la clave para construir el conocimiento
	Garantizar el funcionamiento de los recursos que se usan para registrar la experiencia.	Celular, cámaras, grabadoras.	El aprendizaje puede residir en entidades no humanas
	Dinamizar y preparar a los participantes para la experiencia que se vivirá antes de la práctica de aprendizaje y antes de cada sesión.	Redes sociales y espacios de comunidad.  En entrenodos se usaron Facebook, Twitter y Google Plus.	El aprendizaje es el proceso de conectar nodos o fuentes de información  Es necesario nutrir y sostener las conexiones para facilitar el aprendizaje continuo
<b>Durante</b>	Registrar con audio, video y fotografía los momentos de cada sesión. Es importante tejer un ambiente de confianza y respeto con el grupo de participantes.	Celular, cámaras, grabadoras.	El aprendizaje puede residir en entidades no humanas
	Postear, trinar y montar contenidos en las redes sociales. Responder preguntas y resaltar comentarios.	Celular, computador, facebook, Twitter y Google Plus.	El aprendizaje es el proceso de conectar nodos o fuentes de información
<b>Después</b>	Postear, trinar y montar contenidos en las redes sociales. Responder preguntas y resaltar comentarios.	Celular, computador, facebook, Twitter y Google Plus.	Es necesario nutrir y sostener las conexiones para facilitar el aprendizaje continuo  La habilidad para ver las conexiones entre ideas y conceptos es la clave para construir el conocimiento  Saber dónde buscar la información es más importante que tener la información  La toma de decisiones es en sí un proceso de aprendizaje



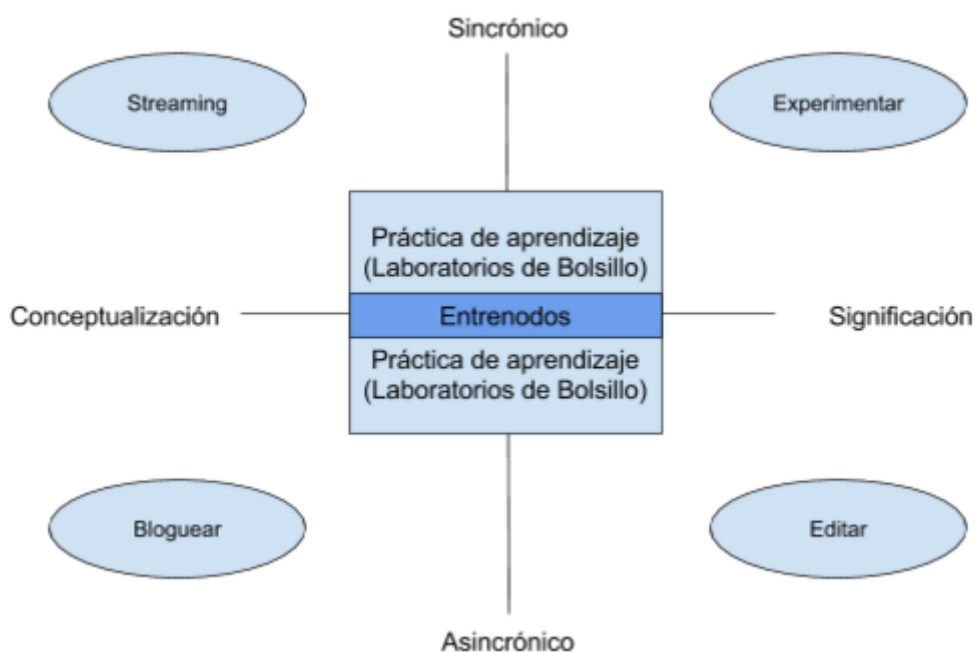
### 3.3 Propuesta de mediación digital para tejer prácticas de aprendizaje

Si bien existen algunas propuestas disruptivas educativas que se basan en la formación de maestros en el uso de tecnologías para la educación y otras en generar procesos de aprendizaje centrados en el estudiante, esta propuesta se basa en el modelo de mediación de Entrenodos con sus tres mediadores característicos aplicado a prácticas de aprendizaje como Laboratorios de Bolsillo, bajo la óptica de algunos principios conectivistas de Siemens (2004).

### 3.3.1 Esquema de la propuesta de mediación digital para tejer prácticas de aprendizaje

De manera similar al modelo de Aula Invertida de Martínez-Olvera et al (2014), se propone que las actividades que requieran unas prácticas más presenciales se realicen en modo sincrónico y aquellas con menos prácticas presenciales se realicen en modo asincrónico, dicho de otra manera, se propone que las actividades que tradicionalmente se hacen en modo sincrónico como tomar nota de lo que un profesor dice, pasen a un modo asincrónico.

La Figura 25 muestra a Entrenodos como modelo de mediación para tejer prácticas de aprendizaje.



**Figura 25** Esquema de la propuesta de mediación digital para tejer prácticas de aprendizaje

Para cada uno de los cuadrantes del esquema de la propuesta en la Figura 25 aparece un término: Streaming, Bloguear, Editar y Experimentar. Es tarea del equipo mediador, pensar y diseñar las actividades de la práctica de aprendizaje y ubicarlas en el esquema de la propuesta para obtener una configuración personal y contextualizada.

El término Streaming se refiere a las actividades en modo sincrónico que favorecen la apropiación de conceptos. Bloguear se refiere a las actividades en modo asincrónico que favorece la conceptualización. Experimentar se refiere a actividades en modo sincrónico para generar experiencias significativas y Editar son las actividades en modo asincrónico que generan estructuración de las experiencias significativas. Una misma actividad puede repetir cuadrante o incluso compartir cuadrantes. La Tabla 8 ilustra algunos ejemplos generales.

**Tabla 8** Tabla 8 Actividades que se pueden realizar en una práctica de aprendizaje según la propuesta de la Figura 25

	<b>Streaming</b>	<b>Experimentar</b>	<b>Bloguear</b>	<b>Editar</b>
<b>Streaming</b>	Videoconferencia	Juegos en línea	Trinar	Google docs colaborativo
<b>Experimentar</b>	Medir variable física con el celular	Medir variable física con el celular	Tomar fotos con Instagram	Editar videos con Youtube
<b>Bloguear</b>	Conversación en WhatsApp	Cartografías con Google maps	Trinar	Elaborar trabajos escritos
<b>Editar</b>	Etiquetar con Eventos de Google	Modificar imágenes con Photoshop	Postear con Tumblr	Editar un video

### 3.3.2 Actividades de Laboratorios de bolsillo según la propuesta de mediación digital

Los procesos educativos exigen componentes disciplinares y metodológicos para alcanzar los objetivos de aprendizaje (Torres, 2013). Los componentes disciplinares se relacionan con los aspectos conceptuales mientras que las metodologías pueden ayudar a consolidar una experiencia de aprendizaje significativo.

Vamos a ver como algunas actividades de Laboratorios de Bolsillo que favorecieron procesos de conceptualización y de significación se ajustan al esquema de la Figura 25. La Tabla 9 ilustra como ciertas actividades de Laboratorios de bolsillo transitan de un cuadrante a otro según sus características y muestra también algunas palabras en colores que representan escenarios para favorecer la apropiación de conceptos o la generación de experiencias significativas. Algunos escenarios son acciones y otros son

elementos espacio - temporales. El código de colores para interpretar las siguientes tablas se ilustra en la Figura 26.



Figura 26 Código de colores para interpretar los escenarios de las Tablas 9 y 10

Tabla 9 Clasificación de algunas actividades que hicieron parte de la práctica de aprendizaje Laboratorios de Bolsillo según la propuesta de la Figura 25<sup>70</sup>

	Streaming	Experimentar	Bloguear	Editar
Streaming	Hubo una <b>videoconferencia</b> en tiempo real para cada sesión a través de Hangouts de Google	Durante las diferentes <b>sesiones presenciales</b> cada maestro <b>construía</b> su propia fotocompuesta	Los maestros <b>tomaban</b> fotografías y las <b>registraban</b> en redes sociales	Se <b>etiquetó</b> cada sesión en los Eventos de Google para facilitar la <b>retroalimentación</b> de momentos de interés concretos en modo asincrónico.
Experimentar	Se <b>midió</b> el tiempo de un cuerpo en caída libre en la última <b>sesión de trabajo</b>	La <b>Construcción</b> de la fotocompuesta se hizo de manera <b>Colaborativa</b>	Los participantes <b>trinaban</b> durante la práctica para <b>registrar</b> sus experiencias.	Los maestros <b>interactuaban</b> con sus celulares para <b>procesar</b> los datos
Bloguear	Se <b>documentó</b> temáticamente la experiencia para realizar la práctica de aprendizaje en <b>sesiones sincrónicas</b>	Se generó la <b>etiqueta</b> #LaboratoriosDeBolsillo para <b>interactuar</b> en tiempo real.	Los maestros hicieron una <b>Retroalimentación</b> posterior al encuentro presencial con <b>comentarios</b> en la comunidad de Google Plus	Las interacciones <b>registradas</b> en medios sociales servían para que cada participante <b>configurara</b> su ambiente personal de aprendizaje
Editar	Se <b>configura</b> el espacio presencial y virtual para realizar la <b>sesión sincrónica</b>	Los maestros <b>compraron</b> los materiales para <b>construir</b> la fotocompuesta	Los participantes <b>contextualizaron</b> la práctica de aprendizaje y la <b>sistematizaron</b>	Los maestros <b>contextualizaron</b> la experiencia para replicarla con sus estudiantes en formato <b>taller</b>

De acuerdo a la figura 26 y para las Tablas 9 y 10, los escenarios en azul y amarillo

<sup>70</sup> Algunas actividades se pueden evidenciar en el sitio de Entrenodos. Las otras restantes se pueden inferir de lo observado en el mismo sitio. <http://www.entrenodos.org/contenidos/laboratoriosdebolsillo>

favorecen los procesos de apropiación de conceptos y los escenarios en rojo y morado favorecen la generación de Experiencias significativas.

### 3.3.3 Tejido de la práctica de aprendizaje

Tabla 10 Actividades de Laboratorios de Bolsillo tejidas en el tiempo para favorecer la apropiación de conceptos y la generación de experiencias significativas

	Apropiación de conceptos	Apropiación de conceptos y Generación de experiencias significativas		Generación de experiencias significativas
<b>Antes</b>	Se <b>documentó</b> temáticamente la experiencia para realizar la práctica de aprendizaje en <b>sesiones sincrónicas</b>	Se <b>configura</b> el espacio presencial y virtual para realizar la <b>sesión sincrónica</b>	Se generó la <b>etiqueta</b> #LaboratoriosDeBolsillo para <b>interactuar</b> en tiempo real.	Los maestros <b>compraron</b> los materiales para <b>construir</b> la fotocopiadora
<b>Durante</b>	Hubo una <b>videoconferencia</b> en tiempo real para cada sesión a través de Hangouts de Google	Durante las diferentes <b>sesiones presenciales</b> cada maestro <b>construía</b> su propia fotocopiadora	Los participantes <b>trabajaban</b> durante la práctica para <b>registrar</b> sus experiencias.	La <b>Construcción</b> de la fotocopiadora se hizo de manera <b>colaborativa</b>
	Los maestros <b>tomaban</b> fotografías y las <b>registraban</b> en redes sociales	Se <b>etiquetó</b> cada sesión en los Eventos de Google para facilitar la <b>retroalimentación</b> de momentos de interés concretos en modo asincrónico.	Se <b>midió</b> el tiempo de un cuerpo en caída libre en la última <b>sesión de trabajo</b>	Los maestros <b>interactuaban</b> con sus celulares para <b>procesar</b> los datos
<b>Después</b>	Los maestros hicieron una <b>Retroalimentación</b> posterior al encuentro presencial con <b>comentarios</b> en la comunidad de Google Plus	Los participantes <b>contextualizaron</b> la práctica de aprendizaje y la <b>sistematizaron</b>	Las interacciones <b>registradas</b> en medios sociales servían para que cada participante <b>configurara</b> su ambiente personal de aprendizaje	Los maestros <b>contextualizaron</b> la experiencia para replicarla con sus estudiantes en formato <b>taller</b>

Si como dice Torres (2013), los aprendizajes se pueden obtener a través de procesos educativos con componentes disciplinares y metodológicos, se puede observar a través de una lectura cronológica de la Tabla 10, que Entrenodos como propuesta de mediación digital, teje en el tiempo<sup>71</sup> las actividades que conforman Laboratorios de Bolsillo para configurar una práctica de aprendizaje.

<sup>71</sup> Antes, durante y después de la sesión sincrónica en el espacio presencial.

## **4. Conclusiones**

### **4.1 Conclusiones generales**

Participar en la construcción del equipo de laboratorio y que cada estudiante sea el dueño del mismo, favorece tanto el proceso de apropiación del conocimiento como la replicación de las prácticas educativas y su extensión a otros contextos.

No es posible diseñar un ecosistema para la gestión de procesos de aprendizaje continuo sin abordar las conexiones (Siemens, 2004) y mucho menos gestionar funcionalmente las conexiones que se generan sin el apoyo de tecnologías digitales.

Es común escuchar decir que en las prácticas de laboratorio los estudiantes adquieren habilidades que pueden ser replicadas en otros contextos y en su vida cotidiana. Sin embargo, existen abundantes pruebas que demuestran que la realización de prácticas de laboratorio no desarrolla tales habilidades (Newman & Barry, 1985). Por lo tanto, deben buscarse en un contexto de comunidad de aprendizaje prácticas que tengan sentido y significado para los aprendices en su propia cotidianidad.

Si bien esta propuesta de mediación también involucra la existencia de artefactos digitales, se resalta la participación del mediador humano en los procesos de aprendizaje intencionados como suele suceder con una práctica de laboratorio, que para el caso de la escuela es tradicionalmente el maestro, pero también se debe motivar la participación de estudiantes como mediadores, con la particularidad que para el caso del maestro, éste debe ser consciente de su papel reflexivo, neutral y horizontal en función de alcanzar los objetivos de aprendizaje colectivos e individuales propuestos y emergentes.

Uno de los aspectos fundamentales de la mediación es que se basa en el diálogo y que es imprescindible que las personas implicadas acepten voluntariamente la intervención e interacción con el instructor-mediador, aunque cada uno de los diferentes participantes son los auténticos protagonistas del proceso de mediación (García-Arista, 2014).

Es responsabilidad de cada docente-formador (maestro) realizar los correspondientes diseños metodológicos, de forma que se incluyan de manera coherente y clara los posibles conceptos que requieren ser apropiados, conceptualizados y estructurados a partir de la intervención en la experiencia e interacción entre los estudiantes y mediadores, para gestionar que la actividad logre ser significativa para cada uno de los participantes. Ninguna propuesta por sí sola logrará garantizar que los aprendizajes sean satisfactorios o coherentes para concretar unos objetivos con algún tipo de

significado.

Se puede admitir la idea que en los procesos de aprendizaje las tecnologías digitales están mejor dispuestas si se usan como herramientas mediadoras para la construcción del conocimiento y no simplemente para su consumo pasivo (Jonassen, 1996).

Es evidente, que es el crecimiento en el uso de teléfonos inteligentes para todo tipo de públicos<sup>72</sup> la situación que facilita desarrollar instrumentos de bajo costo para la aplicación en experiencias educativas, lo cual favorece a su vez dinámicas de apropiación pública de saberes, independiente o no, de si se logran obtener procesos de aprendizaje completamente satisfactorios.

Las *tablets* no tienen el tamaño apropiado para convertirse en un artefacto de bolsillo y además no es un dispositivo tan personal como el teléfono celular, por lo que no se consideró su uso para este trabajo.

Internet no sólo es un nuevo medio de información y comunicación, sino un escenario que configura un nuevo espacio social, electrónico, telemático, digital, informacional y reticular (Echeverría, 2008)

Las comunicaciones sincrónicas y asincrónicas son características de los entornos digitales que favorecen la generación de estrategias para el aprendizaje, siempre y cuando existan procesos de autorregulación de las participaciones en aquellas actividades donde interactúan, como aquella tipo foro o chat. Otros procesos como la motivación y el interés del estudiante juegan un papel importante en este proceso autorregulativo (Landazábal Cuervo, 1999).

Para las sesiones en formato presencial que tienen actividades prácticas es preferible que no se supere el número de 20 participantes, para efecto de lograr una buena calidad en la gestión de la mediación. En caso de tener grupos masivos, se sugiere dividir el grupo (Trimarchi & Villalba, 2013). Mientras unos estudiantes realizan la práctica otros podrían estar en otras actividades<sup>73</sup>.

El objetivo fundamental al inicio de este experimento era formar comunidades de práctica en red. Al final de los cursos, la existencia de un asomo o conato de comunidad, podía dar por satisfactoria la experiencia, independiente del tipo de contenidos y las maneras de evaluar los aprendizajes

---

<sup>72</sup> [Observatorio Móvil de América Latina 2011](#)

<sup>73</sup> Las actividades podrían estar conectadas con la práctica de aprendizaje o no tener ninguna relación.

Los casos con dificultades para contar con los tres tipos de mediadores, pueden presentarse por asuntos económicos o de otro tipo con relación a los roles de Gestor de Comunidades y Edu Jockey, los cuales pueden ser asumidos por los mismos estudiantes. En este caso, sería importante proponer un semillero de formación para estos mediadores-estudiantes y es importante no caer en miedos o prejuicios que hagan creer que un estudiante que esté haciendo un ejercicio de mediación, está por fuera de la formación conceptual. Vale la pena experimentar y hacer las evaluaciones del caso, para identificar los aprendizajes conceptuales que un estudiante que asume la figura de mediador adquiere y compararlos con los estudiantes que sólo participan de la práctica de aprendizaje o mejor aún, con los que no participan de prácticas de aprendizaje.

Para esta experiencia se hizo énfasis en la construcción de una fotocompuerta, pero bien pudiera haber sido cualquier otro tipo de equipo y con múltiples sensores, simplemente se necesitaba contar con una práctica para la construcción de un equipo de laboratorio.

Si bien es fundamental en toda experiencia de laboratorio medir, el alcance de esta investigación no pretendía llegar a este punto. Dependerá del diseño instruccional propio de cada docente y sus objetivos educativos, ofrecer alternativas de aprendizaje y evaluación con procesos de medición.

En ningún momento de esta propuesta se pretende mostrar a los estudiantes soluciones particulares de algún tipo, por el contrario, no sólo es una experiencia abierta para los estudiantes sino también para los mediadores y especialmente para el mediador docente, lo que permitirá construir diferentes equipos, prácticas y discusiones, antes, durante y después de cada laboratorio, en función de lograr aprendizajes individuales y colectivos diversos.

Las acciones y las tecnologías de esta propuesta de mediación digital pueden aparecer, transformarse o desaparecer, pues los contenidos y las tecnologías son elementos que pueden cambiar y se configuran según los contextos, mientras que las personas siempre serán las protagonistas de toda experiencia educativa.

## **4.2 Prospectivas**

El experimento de Entrenodos será dado de baja a finales del 2015, pero el aprendizaje obtenido a partir de esta experiencia, la cual se recoge en este trabajo, se tomará como base para el desarrollo de la componente educativa de la web del Parque Explora que se planea para el año 2016. Se hará uso de otras plataformas digitales diferentes a las usadas en esta propuesta y se articularán aquellas comunidades que ya están

consolidadas en los diferentes programas del Parque con las estrategias que surgen a partir de esta investigación y otras experiencias.

La práctica de aprendizaje que hemos llamado Laboratorios de Bolsillo no sólo se articulará con la nueva experiencia web de Explora, sino que podrá ser insertada en programas activos del Parque como Colaboratorio, Territorio Expandido y otros en construcción que surgirán por la demanda de entidades públicas y privadas.

Se espera que este trabajo sirva como base para configurar nuevos modelos educativos mediados con tecnologías. Por ejemplo, de la misma manera que un músico en un concierto, tiene su propio ingeniero de sonido y todo un equipo de producción, esta experiencia marca la pauta para que un maestro tenga su propio Gestor de Comunidades y Edu Jockey, pues es importante el reconocimiento mutuo y el aprendizaje común que les permita consolidarse como un equipo de trabajo. Además, una de las falencias, que en mi opinión personal tienen la mayoría de profesores, es que son personas muy solas en su ejercicio docente. Es muy difícil afrontar los retos educativos actuales sin un equipo de trabajo diverso articulado con el cual interactuar.

Un mediador del tipo Gestor de Comunidades, en conjunto con los otros dos mediadores, deberá tener la visión para construir a partir de saberes como el diseño, el marketing, la antropología y la comunicación, sensaciones que marquen la diferencia con un curso tradicional. Los cursos no sólo deben ofrecer una experiencia de aprendizaje, también deben ser una experiencia ficcional para cada participante.

### **4.3 Futuras preguntas de investigación**

Esta investigación se desarrolló en el marco de la Política Educativa del Parque Explora, por lo que sería interesante observar el comportamiento en el tiempo de las experiencias museales que se articulen a esta propuesta de mediación.

El mercado de la telefonía celular es cada vez más amplio, sin embargo son muy pocas las experiencias educativas que implementan el uso de dispositivos móviles dentro de sus programas académicos. Sería interesante conocer si este tipo de propuestas podrían ayudar a masificar el uso educativo de teléfonos celulares y a modificar las creencias escolares que estigmatizan su uso.

Es importante evaluar el comportamiento de esta propuesta para diferentes contextos educativos y con diversas prácticas de aprendizaje. Saber cómo responden los profesores y estudiantes a la acción de modificar sus roles tradicionales en sus actividades escolares es una pregunta por resolver.



Es relevante poder determinar si la implementación de este tipo de propuestas en contextos escolares logra transformar la realización de prácticas de laboratorio como experiencias aisladas de las actividades curriculares.

Será necesario ir ajustando el ecosistema tecnológico según las dificultades o ventajas de las instituciones educativas y maestros para conocer cómo responde esta propuesta en escenarios sin los recursos humanos, económicos y tecnológicos básicos para tejer prácticas de aprendizaje.

## 5. Referencias

- Acevedo, P. A. (2001). La evaluación en una concepción de aprendizaje significativo. *Ediciones Universitarias de Valparaíso Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.*, 20–21.
- Adell, J., & Castañeda, L. (2013). El ecosistema pedagógico de los PLEs. *Entornos Personales de Aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red*, 29–51.
- Aguilera, J. P., & Mejía, A. R. (2007). Los Guías: Mediadores de la participación en los museos de ciencia. *Revista Museológica, Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional de Colombia.*, 10, 18–19.
- Alderoqui, S. S., Alderoqui, H., & de Pinus, D. A. (1996). *Museos y escuelas: socios para educar*. Paidós.
- Altamirano, E., Becerra, N., & Nava, A. (2010). Hacia una educación conectivista. *Revista Alternativa*, 7(22), 22–38.
- Arango, G. (2015). *Germán Arango del equipo de Educación y Contenidos del Parque Explora habla sobre la mediación en el Parque* [Mp3].
- Area, M. (2004). *Los medios y las tecnologías en la educación*. Ediciones Pirámide.
- Arellano Pedrazzoli, E. G., Miranda, T., & Froilan, S. (2015). Implementación de un dispositivo que permita enrutar los datos adquiridos de una red zigbee hacia la nube utilizando la minicomputadora raspberry pi y software de código abierto, 1–6.
- Aristizábal, D. L. (2015). Ludifísica. Recuperado el 11 de octubre de 2015, a partir de <http://ludifisica.medellin.unal.edu.co/>
- Aristizábal, D. L., Ramírez, C., & Restrepo, R. (2010). Taller experimental, Arduino y Physicsensor. Recuperado el 26 de octubre de 2015, a partir de [http://maescen.medellin.unal.edu.co/index.php/component/joomdoc/doc\\_download/59-taller-experimental](http://maescen.medellin.unal.edu.co/index.php/component/joomdoc/doc_download/59-taller-experimental)
- Aristizábal, D. L., Restrepo, R., & Ramírez, C. A. (2012). Fundamentos de espectroscopía empleando PhysicsSensor. Recuperado el 26 de octubre de 2015, a partir de [http://ludifisica.medellin.unal.edu.co/recursos/physicssensor/aplicaciones/fundamentos\\_espectroscopia\\_con\\_physicssensor\\_version.docx](http://ludifisica.medellin.unal.edu.co/recursos/physicssensor/aplicaciones/fundamentos_espectroscopia_con_physicssensor_version.docx)

- Banzi, M., Cuartielles, D., Igoe, T., & Martino, G. (2006). Arduino. *The official Arduino web*. Recuperado a partir de <http://www.onleihe.de/static/content/oreilly/20120507/978-3-86899-233-5/v978-3-86899-233-5.pdf>
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education.
- Bermúdez Moreno, Y. M., & López Hincapié, J. G. (2011). *Análisis comparativo entre sistemas operativos de dispositivos móviles Android, Iphone y Blackberry*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Betancourt, J. (1999). Museos imágenes y públicos. *Revista Museológica, Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional de Colombia*, 2. Recuperado a partir de <http://www.cienciayjuego.com/jhome/index.php/component/content/article/36-04/111-escuela>
- Betancourt, J. (2013). De educación no formal, museos, modelos y sentidos. En C. Aguirre (Ed.), *El museo y la escuela* (pp. 91–100). Parque Explora.
- Brennan, K. (2013). In connectivism, no one can hear you scream: a guide to understanding the MOOC novice. *Hybrid Pedagogy*. Recuperado a partir de <http://www.hybridpedagogy.com/journal/in-connectivism-no-one-can-hear-you-scream-a-guide-to-understanding-the-mooc-novice/>
- Castells, M. (1987). Technological change, economic restructuring and the spatial division of labour. *International Economic Restructuring and the Regional Community*, 45–63.
- Castro Rojas, B. I., Loaiza Ortiz, A. M., & Sánchez Hoyos, D. M. (2013). *Creencias sobre las prácticas de laboratorio en docentes de ciencias naturales*. Universidad del Valle.
- Cuerva García, A. (2012, septiembre 14). *Redes y servicios ubicuos para Internet de las Cosas en dispositivos llevables*. E\_Telecomunicacion, Madrid.
- Diwan, P. (2014, junio 5). *Networked irrigation controller system with UDOO*. California State University, Northridge.
- Downes, S. (2010). Pedagogical foundations for personal learning. Recuperado el 26 de octubre de 2015, a partir de <http://www.downes.ca/presentation/237>
- Downes, S. (2015). Becoming MOOC. Recuperado el 11 de octubre de 2015, a partir de <http://halfanhour.blogspot.com.co/2015/02/becoming-mooc.html>
- Downes, S., & Siemens, G. (2009). Connectivism and Connective Knowledge: Getting Started. *MOOC course, University of Manitoba*.

- Echeverría, J. (2008). Apropiación social de las tecnologías de la información y la comunicación. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 4(10), 171–182.
- Elgin, B. (2005, agosto 16). Google buys Android for its mobile arsenal. *Business week*. Recuperado a partir de <http://www.bloomberg.com/bw/stories/2005-08-16/google-buys-android-for-its-mobile-arsenal>
- Escobar, N. (2011). La mediación del aprendizaje en la escuela. *Acción Pedagógica*, 20(1). Recuperado a partir de <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/34326>
- Escudero, J. M., & Area, M. (2000). *Diseño, desarrollo e innovación del currículum*. Síntesis Editorial.
- Explora, P. (2015). *Política Educativa del Parque Explora* (Versión 2). Parque Explora.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2004). The contextual model of learning. *Reinventing the museum: Historical and contemporary perspectives on the paradigm shift*, 139–142.
- Feuerstein, R. (1996). *The Mediated Learning Experience*. ISOR.
- Feuerstein, R., Klein, P. S., & Tannenbaum, A. J. (1991). *Mediated learning experience (MLE): Theoretical, psychosocial and learning implications*. Freund Publishing House Ltd.
- Fidalgo Blanco, Á., Lacleta, S.-E., Luisa, M., & García Peñalvo, F. J. (2013). MOOC cooperativo. Una integración entre cMOOC y xMOOC Cooperative MOOC. An integration between cMOOC and xMOOC. *II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad*.
- Franky, G. A. (2009). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la física. *El hombre y la Máquina*, (33), 82–95.
- Freire, P. (1997). *Pedagogía de la autonomía: saberes necesarios para la práctica educativa*. Siglo XXI.
- Fulton, K. P. (2014). *Time for Learning: Top 10 Reasons Why Flipping the Classroom Can Change Education*. Corwin Press.
- García-Arista, M. L. S. (2014). Nuevas claves en Mediación Educativa. *Innovación educativa*, 0(24), 5–18.
- García Raga, L. (2011). La mediación escolar como proceso de aprendizaje de autonomía y responsabilidad. Recuperado el 26 de octubre de 2015, a partir de <http://www.cite2011.com>

- Hawkrigde, D. (1981). The Telesis of Educational Technology. *British journal of educational technology: journal of the Council for Educational Technology*, 12(1), 4–18.
- Hodson, D. (1993). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias. *The Ontario Institute for Studies in Education, Toronto (Canadá)*, 299–313.
- Inc., G. (2015). *Android Quick Start Guide, Android 6.0 (Marshmallow)*: (G. Inc., Ed.). Google Inc.
- Jara, I., Claro, M., & Martinic, R. (2012). Aprendizaje Móvil para docentes en América Latina. *Serie de documentos de trabajo de la UNESCO sobre aprendizaje móvil*. Recuperado a partir de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002160/216081s.pdf>
- Jonassen, D. H. (1996). Computers as cognitive tools: Learning with technology, not from technology. *Journal of Computing in Higher Education*, 6(2), 40–73.
- Karlsson, K.-J., & Glisson, W. B. (2014). Android Anti-forensics: Modifying CyanogenMod, 4828–4837.
- Kop, R. (2011). The challenges to connectivist learning on open online networks: Learning experiences during a massive open online course. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 12(3), 19–38.
- Landazábal Cuervo, D. P. (1999). Mediación en Entornos Virtuales de Aprendizaje Análisis de las Estrategias Metacognoscitivas y de las Herramientas Comunicacionales. *Universidad El Bosque*.
- Leal, D. (2009). Grupos, Redes y Comunidades. Universidad EAFIT. Recuperado el 15 de octubre de 2015, a partir de <http://gryc09.pbworks.com/>
- León, S. R. M., Benalcazar, J. D. R., & León, H. M. (2014). Estudio preliminar de las empresas que más contribuyen al desarrollo de Android. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação ISSN 1677-3071 doi:10.5329/RESI*, 13(2). <http://doi.org/10.5329/1674>
- Londoño, L. (2002). *Interficies de las Comunidades Virtuales. Formulación de métodos de análisis y desarrollo de los espacios en las comunidades en red*. Universitat Politècnica de Catalunya. .
- Martín-Barbero, J. (2009). Cuando la tecnología deja de ser una ayuda didáctica para convertirse en mediación cultural. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 10(1), 19–31.

- Martínez-Olvera, W., Esquivel-Gámez, I., & Castillo, J. M. (2014). Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: Origen, Sustento e Implicaciones. *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*, 137–154.
- Newman, B., & Barry, N. (1985). Realistic expectations for traditional laboratory work. *Research in Science Education*, 15(1), 8–12.
- Observatorio de Innovación Educativa, T. de M. (2014). Aprendizaje Invertido. *Reporte Edu Trends*. Recuperado a partir de <http://www.sitios.itesm.mx/webtools/Zs2Ps/roie/octubre14.pdf>
- Papert, S., & Harel, I. (2002). Situar el construccionismo. *Alajuela: INCAE*. Recuperado a partir de [http://web.media.mit.edu/~calla/web\\_comunidad/Readings/situar\\_el\\_construccionismo.pdf](http://web.media.mit.edu/~calla/web_comunidad/Readings/situar_el_construccionismo.pdf)
- Pea, R. (2001). Prácticas de inteligencia distribuida y diseños para la educación, Cogniciones distribuidas. *Consideraciones psicológicas y educativas*. Buenos Aires, Amorrortu.
- Pilonieta, G. (2003). Mediación y formación del pensamiento matemático. En *Desarrollo del pensamiento*. Grupo Cambiemos. Recuperado a partir de <http://goo.gl/zufZnv>
- Ramírez, M. E. (2009). La mediación en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Revista digital innovación y experiencias educativas*, 14. Recuperado a partir de [http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_14/ELENA\\_RAMIREZ\\_2.pdf](http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_14/ELENA_RAMIREZ_2.pdf)
- Salomon, G. (1992). The different effects of technology in the development of the mind. *Infancia y Aprendizaje*, 15(58), 143–159.
- Salomon, G., Perkins, D. N., & Globerson, T. (1992). Coparticipando en el conocimiento: la ampliación de la inteligencia humana con las tecnologías inteligentes. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 4(13), 6–22.
- Sánchez Mora, C., & Ramírez, C. de la L. (2014). La interacción entre maestros y guías en los museos de ciencia: Un asunto de comunicación. *Revista Académica de la Federación Latinoamericana de Facultades de Comunicación Social*, 88. Recuperado a partir de [http://www.dialogosfelafacs.net/wp-content/uploads/2014/01/88\\_Revista\\_Dialogos\\_la\\_interacciOn\\_entre\\_maestros\\_y\\_gulas\\_en\\_los\\_museos\\_de\\_ciencia\\_un\\_asunto\\_de\\_comunicaciOn.pdf](http://www.dialogosfelafacs.net/wp-content/uploads/2014/01/88_Revista_Dialogos_la_interacciOn_entre_maestros_y_gulas_en_los_museos_de_ciencia_un_asunto_de_comunicaciOn.pdf)
- Sánchez, P. A. (1999). Curriculum y atención a la diversidad. En *Hacia una nueva concepción de la discapacidad: Actas de las III Jornadas Científicas de Investigación sobre personas con discapacidad* (pp. 39–62). Amarú.

- Siemens, G. (2004). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. Recuperado a partir de <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>
- Siemens, G. (2005a). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology & Distance Learning*, 2. Recuperado a partir de [http://www.itdl.org/journal/jan\\_05/article01.htm](http://www.itdl.org/journal/jan_05/article01.htm)
- Siemens, G. (2005b). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age <http://www.elearnspace.org>. *International Journal of Instructional Technology & Distance Learning*.
- Siemens, G. (2012). MOOCs are really a platform. *ELearnspace*. Recuperado a partir de <http://www.elearnspace.org/blog/2012/07/25/moocs-are-really-a-platform/>
- Suárez, C. (2003). Los entornos virtuales de aprendizaje como instrumento de mediación. *Teoría de la educación: educación y cultura en la sociedad de la información*, (4), 5.
- Suárez, C. (2013). Aprendizaje abierto y aprendizaje flexible. *ANEP*, 85.
- Torres, F. C. (2013). La evaluación y el enfoque de competencias: Tensiones, limitaciones y oportunidades para la innovación docente en la universidad. *Revista EAN*, 0(63), 91–106.
- Trimarchi, F. A. C., & Villalba, H. (2013). Laboratorios para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación media general. *Educere*, 17(58), 475–485.
- Upton, E., & Halfacree, G. (2012). *Meet the Raspberry Pi*. John Wiley & Sons.
- Vargas, M. T., Corredor, A. C., & Pardo, J. A. V. (1986). *Aplicación de microprocesadores en la instrumentación*. Creset.
- Vargas, M. T., & Jaramillo, J. (1984). *Localización automática de una fuente sonora con la elaboración de un programa para comunicar dos computadores*. Universidad de Antioquia.
- Villar-García, J. M., Morales-Trujillo, M. E., & Ibargüengoitia, G. (2015). Refactorizando Bases de Datos Mediante Ingeniería Inversa. *Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería de Software 2015*.
- West, M. (2012). Aprendizaje móvil para docentes. Temas globales. *Trabajo de la UNESCO Sobre Aprendizaje Móvil*.
- West, M., & Vosloo, S. (2013). *Directrices de la UNESCO para las políticas de aprendizaje móvil*. UNESCO.
- Wiley, D. (2007). On the sustainability of open educational resource initiatives in higher education. Citeseer.

Willingham, D. T. (2008). Critical Thinking: Why Is It So Hard to Teach? *Arts Education Policy Review*, 109(4), 21–32.

Wilson, M. (2014). T-Mobile G1: Full Details of the HTC Dream Android Phone. Jan.

Zapata-Ros, M. (2013). Analítica de aprendizaje y personalización. *Universidad de Alcalá de Henares*, 29–34.

Zuluaga, M., & Trujillo, J. (2011). *Diseño de un sistema de aprendizaje para un laboratorio remoto usando una metodología de Ingeniería. Un estudio de caso*. Universidad Eafit.